Neurofeedback als behandelmethodiek



Brainmarker.com
NEUROFEEDBACK & NEURO-EDUCATION

Björn Crüts



Sinds mijn studies natuurkunde en bewegingswetenschappen ben ik gefascineerd door systemen in het algemeen en de hersenen in het bijzonder. Al mijn werkzaamheden en projecten tot nu toe hadden dan ook betrekking op de combinatie van beiden: schrijven van curriculum van opleidingen (Biometrie, QEEG & Neurofeedback), het ontwikkelen van meetsystemen voor het brein, het onderzoeken van de samenhang tussen het brein en bepaalde klachten samen met universiteiten in binnen- en buitenland en het monitoren en verbeteren van gezondheid bij patiënten na een beroerte. In plaats van direct te starten met de moeilijke psychologische analyses van gedragsproblemen, hebben wij er in deze opleiding voor gekozen om de mens en het kind in het bijzonder te zien als een systeem in een omgeving. Observeren en analyseren van de samenwerking tussen brein, lichaam en omgeving leiden tot inzichten in mogelijke oplossingen, die vaak eenvoudiger blijken dan gedacht.

Agnes Oosterveen-Hess



Kinderen en volwassenen die anders leren en functioneren hebben altijd mijn aandacht getrokken. Ik heb voor deze groep de leermethode 'Ik leer anders' ontwikkeld. Vanuit mijn opleidingscentrum werd ik naast de leerproblemen ook geconfronteerd met de vele leerlingen die thuis zaten omdat ze niet in het systeem passen. Om meer te weten te komen over deze bijzondere breinen heb ik de opleiding Brain Therapy gevolgd op de Hogeschool Zuyd. Het lesmateriaal was geschreven door Björn. Een jaar later leerde ik hem persoonlijk kennen. Hij zei toen tegen mij: 'Als jouw brein niet in de omgeving past, krijg je klachten." Deze informatie zou veel mensen verder kunnen helpen. Want met een EEG-meting kunnen we de hulpvraag onderbouwen, begrip kweken en vervolgens het brein adaptiever trainen met neurofeedback. De grootste uitdaging was om deze moeilijke materie eenvoudig te verwoorden in een boek en tijdens de opleiding. We hebben de handen ineen geslagen en Brainmarker Neurofeedback & Neuro-academy is het resultaat. Neurofeedback is nu toegankelijk en betaalbaar voor iedereen dankzij de thuistraining. En zeer gebruikersvriendelijk, met dank aan mijn ICT-collega's Lars Morit en Thijs Kok. Ik wens je veel leesplezier en kennis over 'ons' brein.

Dit lesboek is een uitgave van Brainmarker Performance BV, handelend onder de merknaam 42 days performance en Brainmaker.

Disclaimer

Met grote zorgvuldigheid zijn de hoofdstukken in dit lesboek samengesteld. Fouten kunnen echter niet altijd voorkomen worden. De informatie in dit lesboek heeft een algemeen karakter en is daarom niet altijd toepasbaar voor individuele specifieke situaties. Niets uit de tekst of van de grafische voorstellingen uit het lesboek mag zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Agnes Oosterveen-Hess of Björn Crüts worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enigerlei wijze.

Inhoudsopgave

Introductie
Voorwoord
Inleiding
Geschiedenis van neurofeedback

De evolutie van het brein
Gedrag is bewegen (valence)
De mate van activatie (arousal)
Arousal-valence model

Breintoestanden
Breintoestanden
Hersengolven in Hertz
EEG en meetlocaties
Berekening EEG-signaal (QEEG)

Activatie en cognitieve functies
Cognitieve functies
Piramide van cognitieve functies

Alertheid
Alertheid: stationair draaien
Aanpassen en geheugen
Alertheid varieert gedurende de dag
Verstoring van de alertheid

Selectieve aandacht
Selectieve aandacht: opschakelen van het brein
Thèta/bèta-ratio

Neurofeedback
Neurofeedback, hoe werkt het?

Behandelplan
Trainingsdoel
Trainingsfrequentie
Trainingstraject
Trainingsdoel instellen
Blended-care-model
Kwaliteitsmanagement
Neurofeedback in de praktjk
Zelf aan de slag

Opleiding EEG & Neurofeedback
Opleiding trainer neurofeedback

Brainmarker gebruikershandleiding
Gebruikershandleiding

Meer informatie
www.brainmarker.com.

Voorwoord. We plaatsen de oorspronkelijke neurofeedback in de nieuwe digitale wereld: thuis trainen voor optimaal behandelresultaat.

In Nederland lees je uiteenlopende meningen over neurofeedback. Het is een oplossing voor veel klachten, maar wordt ook beschreven als discutabele methode zonder enige vorm van onderbouwing. Dit terwijl in de landen om ons heen neurofeedback al jaren wordt aangeboden door psychiaters en ergotherapeuten als erkende therapie. Wij kunnen ons goed voorstellen dat er in Nederland veel discussie is. Er zijn praktijken die neurofeedback zonder enige vorm van onderbouwing aanbieden. Ook ontwikkelen sommige fabrikanten apparatuur met op neurofeedback gebaseerde behandelmethodes, die niet of onvoldoende zijn onderzocht of zelfs ineffectief zijn gebleken. Hierdoor wordt neurofeedback in Nederland, in tegenstelling tot andere landen, niet altijd positief ontvangen. Dit is jammer, want deze behandelmethodiek is meetbaar en wetenschappelijk onderbouwd, met langdurig resultaat dankzij het leerproces van de hersenen. Dit in tegenstelling tot medicatie. Daarnaast kan het neurofeedbacktraject dienen als basis voor cognitieve gedragstherapie (CBT), ontspanningstechnieken (PMR - Progressive Muscle Relaxation) en lichamelijke trainingsinterventies. Dit geldt ook voor leertrajecten in combinatie met aandachts- en concentratieproblemen.

Neurofeedback is dus breed inzetbaar. Dit boek is bedoeld als introductie in de wereld van neurofeedback waarbij zo min mogelijk gebruik wordt gemaakt van technisch jargon. Hierdoor hopen wij dat neurofeedback als relatief nieuwe behandelmethodiek in Nederland toegankelijk wordt voor een groter publiek en dat de keuze voor het al dan niet starten met neurofeedbackbehandelingen beter onderbouwd kan worden.



Ondanks dat neurofeedback in Nederland nog vrij onbekend is, dateren de eerste onderzoeken van halverwege de vorige eeuw. Neurofeedback is ontwikkeld in een tijd waarin internet en smartphones nog niet bestonden. De nadruk lag toen op de apparatuur, met vaak eenvoudige software. In de loop der jaren werd de software uitgebreid met allerlei pakketten voor extra analyses van hersensignalen. De complexiteit is daarmee dusdanig toegenomen, dat de therapeut de analyse niet altijd even makkelijk kan uitleggen aan de cliënt. We willen in dit boek terug gaan naar de basis: hoe is neurofeedback ontstaan en wat zijn de best onderbouwde trainingsdoelen? We plaatsen de oorspronkelijke neurofeedback in de nieuwe digitale wereld waarin iedereen in principe thuis neurofeedback kan trainen met een EEG-band en tablet of mobiel, mits goed begeleid door een professional. Deze zogenaamde blended-care versie van neurofeedback is volgens ons de beste mix van de oorspronkelijke neurofeedback en de technologische ontwikkelingen van de huidige tijd. Want voor optimaal resultaat, traint de cliënt nu minimaal drie keer per week thuis. Dit bespaart veel onnodige reistijd en ontlast daardoor de cliënt en huisgenoten. Ook zijn de kosten van de thuistraining lager dan in de praktijk, zonder dat dit ten koste gaat van de kwaliteit. De zorgverlener kan op afstand het trainingsresultaat monitoren.

In dit boek wordt verwezen naar de software van de Brainmarker voor de EEG-metingen en de kleuren-analyses. Het boek en de gebruikershandleiding voor Brainmarker zijn onderdeel van het lespakket van de opleiding Neurofeedback.

Björn Crüts en Agnes Oosterveen

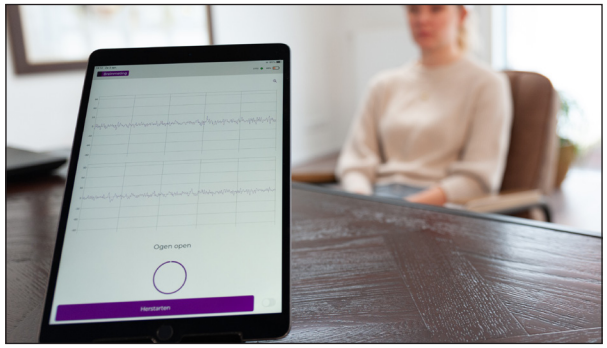
We behandelen de achtergronden en effecten van neurofeedback. Uitgelegd in beelden en begrijpelijk taalgebruik.

Neurofeedback is een behandelmethodiek die na de Verenigde Staten en Canada nu ook in Europa een snelle groei doormaakt. De behandeling bestaat uit het zelf trainen van de activiteit van de hersenen met behulp van een scherm, waardoor de prestaties van de hersenen verbeteren en klachten verminderen. Het is moeilijk voor te stellen dat kijken naar een



video met daarop een animatie van de eigen hersenactiviteit kan leiden tot betere functies van de hersenen. Toch tonen vele wetenschappelijke studies aan dat dit mogelijk is en dat vele patiënten met diverse klachten hierbij gebaat zijn.

Ondanks de groeiende onderbouwing voor de effectiviteit is neurofeedback voor veel mensen toch nog steeds een moeilijk te begrijpen behandeling. Dit heeft vaak te maken met onbekendheid met de techniek en uitkomsten van onderzoeken. De doelstelling van dit boek is dan ook om de achtergrond van neurofeedback uit te leggen aan lezers zonder voorkennis op het gebied van hersenmetingen en neurofeedbackbehandelingen, waarbij wetenschappelijke studies de basis vormen voor de uitleg. Om de tekst zo duidelijk mogelijk te presenteren zijn de



referenties niet tussen de teksten ingevoegd, maar is een overzicht opgenomen na het laatste hoofdstuk.

Om een goed beeld te krijgen van neurofeedback zal eerst de ontstaansgeschiedenis aan bod komen. Veel technieken die nu worden gebruikt in praktijken zijn direct terug te voeren op de behandelprotocollen van de pioniers op het gebied van neurofeedback. Aansluitend zal de techniek worden toegelicht zonder gebruik te maken van technisch termen.
Na het lezen van het boek zijn de achtergronden en effecten van neurofeedback hopelijk een stuk duidelijker en kan een betere keuze worden gemaakt voor deze nieuwe en veelbelovende behandelmethodiek.

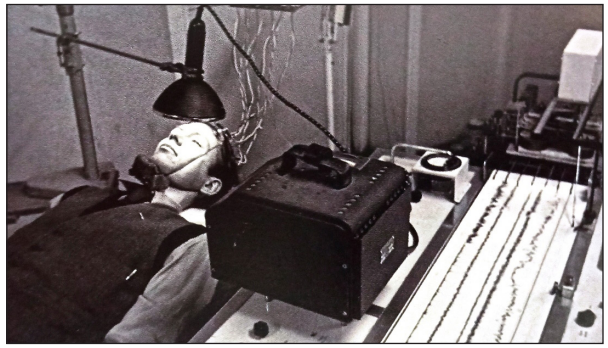
Hoe is neurofeedback ontstaan?

Eind jaren zestig van de vorige eeuw kwam een Amerikaanse onderzoeker, Dr. Sherman, op het idee om katten te leren hun eigen hersenactiviteit te trainen. Hij plaatste hiervoor elektrodes op de kop, in een gebied waar motoriek wordt geregeld. Dr. Sherman zag dat de motorische gebieden varieerden in activiteit, van heel actief tot heel inactief. De elektrodes registreerden een mix van hersengolven van het motorische gebied.

De training bestond uit het geven van positieve feedback op het moment dat deze golven boven een bepaalde drempel kwamen. De katten kregen dus een beloning als de hersenactiviteit op een bepaalde manier veranderde. Het bleek dat de katten hun hersenen inderdaad via feedback konden trainen en dit was dan ook de eerste studie die aantoont dat beïnvloeding van hersenactiviteit via feedback mogelijk is. Dezelfde katten deden later mee in een nieuwe, grotere studie om het effect van bepaalde medicatie bij epilepsie te onderzoeken. Hiervoor

De geschiedenis van neurofeedback. We danken onze neurofeedbackbehandelingen aan de leergierigheid van katten.

werd een epileptische aanval bij katten uitgelokt en werd bekeken op welke manier medicatie deze aanval kon voorkomen of verminderen. De onderzoekers van deze tweede studie waren verbaasd toen een aantal katten geen aanval kreeg, terwijl ze nog geen medicatie hadden gekregen. De onderzoekers hebben onderzocht wat de oorzaak hiervan was en

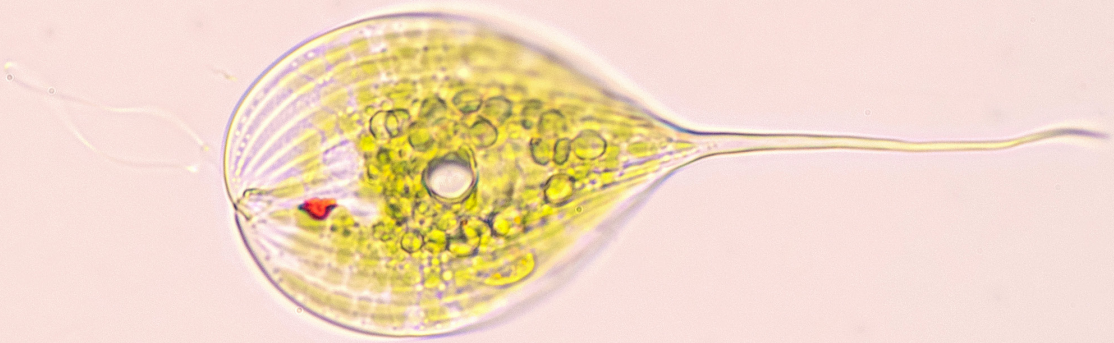


het bleek dat de katten waarbij niet of moeilijker een aanval kon worden uitgelokt eerder hadden meegedaan met het feedbackonderzoek van Dr. Sherman. Hieruit concludeerden de onderzoekers dat de feedbacktraining deze katten minder gevoelig voor epileptische aanvallen had gemaakt. Zoals bij zovele ontdekkingen, werd de werking van neurofeedback dus per toeval ontdekt. Dr. Sherman heeft vervolgens neurofeedbacktraining toegepast bij personen met epilepsie, waarbij aanvallen inderdaad minder werden. Hij voerde dit onderzoek uit met elektrodes die op het hoofd werden geplakt boven de motorische gebieden. De behandeling was in principe hetzelfde als bij de katten: de personen kregen positieve feedback zodra bepaalde golven verhoogd waren. Met succes. Er zouden nog vele studies volgen die het effect van neurofeedbacktraining verder onderbouwen voor epilepsie en diverse andere ziektebeelden zoals ADHD.



Aangezien de methode gebruik maakt van feedback van zenuwcellen, ook wel neuronen genoemd, werd de techniek van feedback geven van hersenactiviteit neurofeedback genoemd. De betekenis van de term 'neurofeedback' is in de loop van de tijd uitgebreid, zoals feedback van fMRI-scans. In dit boek beperken we ons tot de meest oorspronkelijke vorm waarbij elektrische activiteit van de hersenen wordt gebruikt voor de training.

Hersenactivatie wordt bij neurofeedback ingezet om het brein gezond te trainen. Neurofeedback is geen op zichzelf staande techniek. Om het goed toe te passen, moet je weten welke activiteit van het brein afwijkend is en op welke manier dit kan samenhangen met klachten en gedragsproblemen die een cliënt ervaart. Om de samenhang tussen het brein en gedrag beter te begrijpen, zullen we eerst de ontwikkeling van gedrag en hersenen in de evolutie bekijken.



De evolutie van het brein: vanaf de eerste levensvorm zonder hersenen tot een uitgebreid zenuwstelsel.

Hoe beïnvloedt het brein ons gedrag en/of klachten? We gaan helemaal terug naar het begin, om ons huidige gedrag te begrijpen.

Primair gedrag: reageren en aanpassen

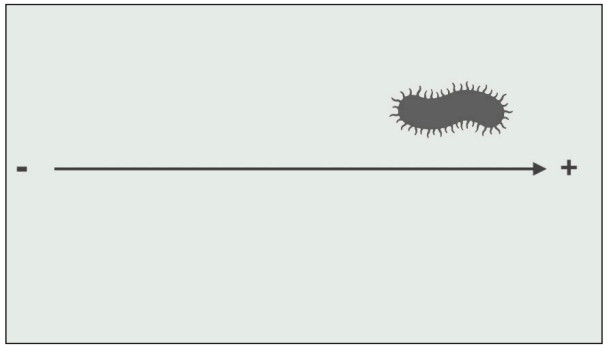
Om neurofeedback goed toe te passen, moet je weten hoe het brein ons gedrag kan beïnvloeden. Om menselijk gedrag beter te begrijpen, kijken we naar de geschiedenis van het leven op aarde. Hoe het leven precies is ontstaan weten we niet. We weten wel dat miljoenen tot zelfs miljarden jaren geleden eencelligen zijn ontstaan. Tijdens de evolutie hebben eencelligen zich ontwikkeld tot de huidige levensvormen waaronder de mens. Eencelligen zonder hersenen kenden en kennen nog steeds gedrag. Zij kunnen reageren op veranderingen in de omgeving en hiervan leren. Dit is de meest primaire vorm van gedrag: reageren en aanpassen aan de omgeving. Eencelligen hebben zich later verder ontwikkeld tot meercellige organismen zoals de mens. We zien dit meest basale gedrag daarom nog steeds terug in ons lichaam en hersenen.

Betekenis toekennen aan de omgeving

Eencelligen en zeer eenvoudige meercelligen organismen staan in direct contact met hun omgeving. Ze scannen de omgeving om te kijken of er gevaar of voedsel is en kennen daar betekenis aan toe. Ook mensen geven (on)bewust betekenis aan de omgeving of gebeurtenissen. Een mechanisme dat onmisbaar is gebleken voor de overleving van de soort.

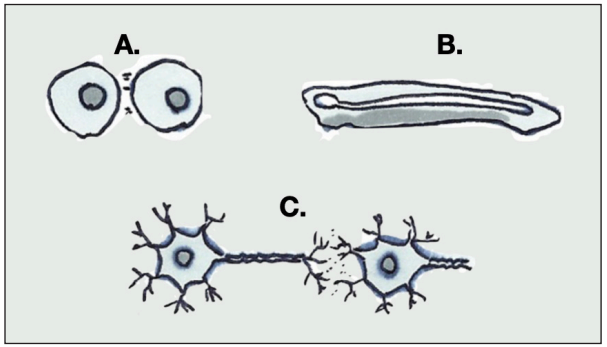
De eencellige kan op basis van de betekenis van een gebeurtenis, reageren op drie manieren:

1. Niets doen, als de betekenis neutraal is.
2. Naar iets toe bewegen, als de betekenis positief is (bijvoorbeeld bij voedsel).
3. Van iets weg bewegen, als de betekenis negatief is (bijvoorbeeld bij gevaar).



Gedrag bestaat primair uit bewegen.

Eencelligen vertonen gedrag zonder dat daar zenuwcellen of hersenen voor nodig zijn. Dit doen ze goed. Vergeet niet dat eencelligen vandaag de dag nog steeds bestaan. Ze kunnen in hun eentje prima overleven door de strategie van scannen en reageren. Ergens in de evolutie zijn eencelligen samengevoegd tot multicellulaire organismen. We weten inmiddels dat dit waarschijnlijk onder druk van de voedselschaarste of andere omgevingsfactoren is gebeurd. Onder bepaalde omstandigheden kunnen samenwerkende cellen beter overleven. Maar als het aantal cellen dat samenklontert toeneemt, wordt het communiceren over langere afstanden moeilijker. Na allerlei evolutionaire processen heeft de natuur uiteindelijk een oplossing gevonden voor



dit communicatieprobleem: zenuwcellen. Deze cellen zijn in eerste instantie ontstaan om over een langere afstand binnen een organisme te kunnen communiceren (zie bovenstaand figuur). Cellen kunnen goed met elkaar communiceren via celwanden als ze dicht genoeg bij elkaar liggen (A), maar zodra de afstand groter wordt moeten zenuwcellen de afstand overbruggen. De eerste grotere levensvormen kregen een zenuwstelsel met een klomp als hersenen (B), zodat ook de staart de juiste richting op kon

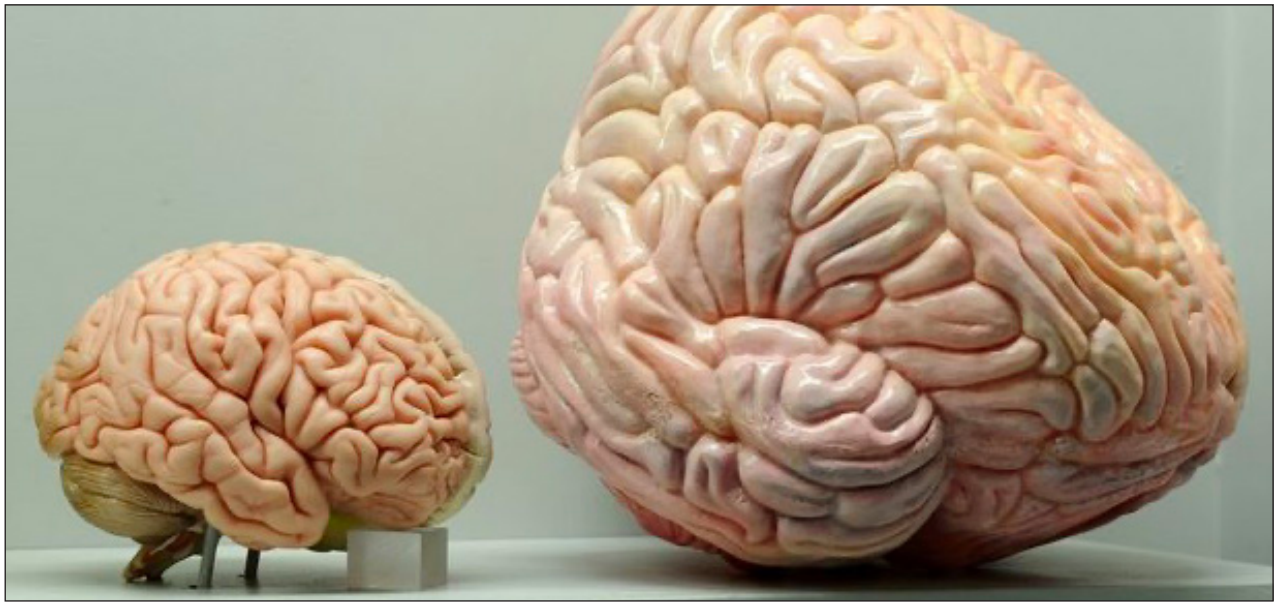
Gedrag is het reageren en aanpassen van een lichaam op de omgeving. Het brein kwam pas later in de evolutie. Om spieren aan te sturen.

bewegen bij gevaar of voedsel. Vandaag de dag verbinden zenuwcellen (C) alle uiteinden van het menselijk lichaam. Zo geeft het brein een signaal als een ledemaat pijn voelt en weggetrokken moet worden.

Hersenen sturen spieren aan

De hersenen zijn dus vooral geëvolueerd om het hele lichaam te laten reageren op veranderingen in de omgeving. De hersenen scannen de omgeving continue en willen het liefst het verrassingseffect minimaliseren. Als tijdens het scannen iets onverwachts gebeurt in de omgeving (verrassing!), dienen de hersenen direct te reageren. Op deze manier zorgt beweging voor de juiste reactie en het bijbehorende gedrag. De hersenen zorgen daardoor voor een betere overlevingskans van een soort in de natuur. Dit geldt voor alle soorten van groot tot klein. Hoe groter het organisme, hoe groter de hersenen. Dit heeft te maken met de grootte en het aantal spiervezels dat moet worden aangestuurd. Een blauwe vinvis heeft daarom grotere hersenen dan de mens maar dat betekent nog niet dat hij intelligenter is (figuur: hersenen mens en walvis). Bij de mens is een bijzonder deel van de hersenen verder geëvolueerd: de neocortex. Hierdoor ontwikkelden we taal en cultuur om beter als groep te functioneren. De neocortex synchroniseert met taal en cultuur en omgekeerd. Taal en cultuur beïnvloeden ook de werking van onze hersenen. Dit deel van het brein is bij mensen groter dan bij welk ander dier dan ook. Maar hoe geweldig we onze taal en cultuur ook vinden, ons gedrag wordt nog steeds gedomineerd door een eenvoudig samenspel van actie en reactie.





Primair gedrag bestaat uit bewegen: ergens naar toe gaan, niks doen of weggaan. Net als een eencellige.

Zenuwcellen zijn dus gespecialiseerde cellen die ervoor zorgen dat allerlei cellen in een lichaam met elkaar kunnen communiceren. De mens heeft door zijn grote lichaam een uitgebreid zenuwstelsel ontwikkeld met één informatiecentrum: de hersenen. De hersenen zijn het centrum van de informatieverwerking, maar ons gedrag vindt plaats met het hele



lichaam. Net zoals de eencellige naar iets toe of van iets af beweegt, reageren wij ook door te bewegen. Praten en schrijven gebeuren ook met behulp van spieren en bewegingen. Vergeet daarnaast niet de non-verbale communicatie. Dit is ook een vorm van gedrag met misschien wel de meest zinvolle informatie. Iemand loopt weg van een gesprek. Een kind loopt kwaad naar een ander kind toe. Een leerling gooit met een voorwerp. Je collega fronst haar wenkbrauwen na een opmerking van jou. Allemaal vormen van gedrag waar lichaamstaal een rol speelt. Uiteindelijk is al ons gedrag een vorm van bewegen.

De mate van activatie

Hoe complex ons zenuwstelsel ook is vergeleken met de eencellige, het reageert in essentie dus nog steeds op dezelfde basale manier met de omgeving:



we gaan op dingen af die we positief vinden en gaan van zaken weg die negatief zijn. Een eencellige kan naar iets toe bewegen of van iets af. De mens en andere meercelligen kunnen behalve de richting, ook de snelheid bepalen. Je kunt slenteren of rennen. Welke van de twee wordt gekozen, hangt af van de waarde die aan een situatie wordt gegeven. Is er een beetje gevaar of ernstig gevaar? Is voedsel een beetje lekker of overheerlijk? Onze primaire interactie met de omgeving bestaat uit het toekennen van betekenis aan de omgeving en het reageren met een bepaalde mate van activatie. Deze twee parameters zijn veelvuldig in wetenschappelijk onderzoek beschreven als het zogenaamde arousal-valence model. De Engelse term arousal staat voor mate van activatie van het zenuwstelsel, en de term valence staat voor de betekenis die we toekennen.



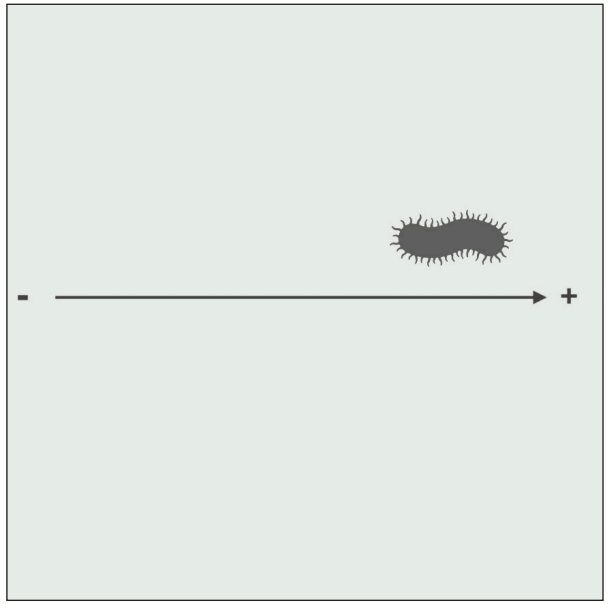
Het arousal-valence model is één van de meest primaire beschrijvingen van gedrag.

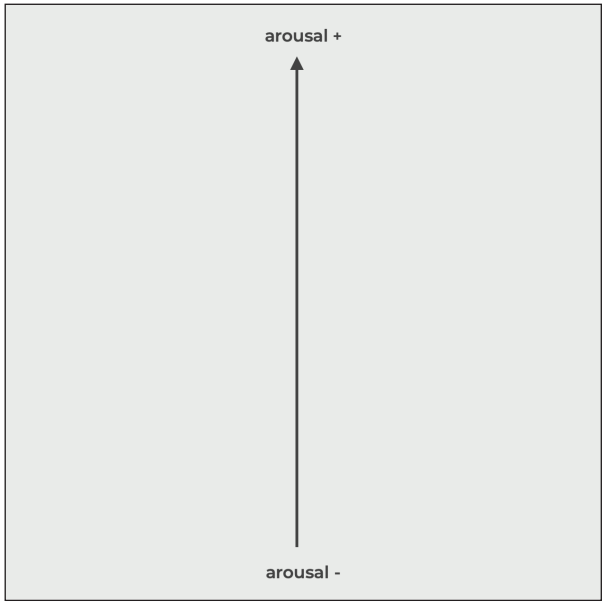

Ons brein beïnvloedt de mate van activatie:
slenteren of rennen.

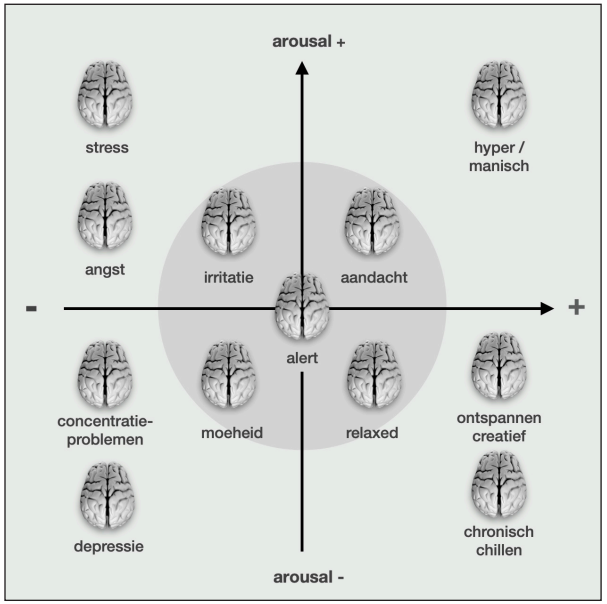
Gedrag is bewegen. Daarbij beïnvloedt het brein de mate van activatie: slenteren of rennen, luieren of concentreren, ontspannen of stressen...

Arousal-valence model

In het wetenschappelijke arousal-valence model wordt de meest eenvoudige manier van ons gedrag weergegeven op twee assen. Op de horizontale as staat de valence (betekenis), op de verticale as de mate van arousal (activatie). Iedere fundamentele reactie van een mens op de omgeving kan ergens worden ingedeeld als punt in deze grafiek. Als je bijvoorbeeld erg veel energie hebt en goede zin, dan zit je activatie van het zenuwstelsel in het bovenste deel van de arousal-as en de betekenis rechts op de valence-as. Dus het gedrag zit ergens in het kwadrant rechtsboven. Je ziet al meteen dat dit model weliswaar jouw reactie op de omgeving kan beschrijven, maar dat zowel arousal als valence ook sterk afhankelijk zijn van de toestand van het brein en lichaam. Het kan zomaar zijn dat je een slechte dag hebt: je bent ziek, hebt weinig energie en je ziet het even niet meer zitten. Gebeurtenissen die je normaliter als positief zou inschalen vind je nu plotseling vrij negatief. Terwijl de gebeurtenis op zich niet is veranderd. Dit voorbeeld geeft weer dat de interactie van een persoon met zijn omgeving niet alleen afhankelijk is van de omgeving, maar ook van de persoon zelf. Door het arousal-valence model kunnen we de meest primaire toestand van het zenuwstelsel en brein duiden. In dit boek gebruiken we daarom regelmatig het woord toestand. Geen enkele toestand duurt eeuwig. De toestand van het brein fluctueert continue. Al ben je een vrolijk mens en vind je alles leuk, toch varieert dit gevoel gedurende de dag of week. Bijvoorbeeld als je erg moe of ziek bent, zakt je arousal onder de middenlijn.







Aangezien de activatie van het brein zo primair is, kan een afwijking hiervan ook leiden tot fundamentele problemen.

De reis van een toestand kun je visualiseren in het arousal-valence model als een traject. In de ochtend gefocust, na de lunch relaxed en moe in de avond. Alhoewel de meeste mensen een vast patroon volgen, is geen enkel traject exact hetzelfde. Want behalve het interne dagritme, spelen omgevingsfactoren een belangrijke rol. Bijvoorbeeld wanneer we adequaat moeten reageren op een lastige of gevaarlijke situatie. Dan zetten we een tandje bij en schieten naar het kwadrant links boven. Als we te lang een te hoge activatie in het brein hebben, zal het brein uiteindelijk uitgeput raken. Vooral als de valence negatief is. Een goed voorbeeld is chronische stress waarin het brein gedurende een lange tijd zeer actief is met een negatieve valence. De uitputting kan uiteindelijk leiden tot angstgevoelens of depressie. We weten uit talloze studies dat bij allerlei ziektebeelden daarom stress een belangrijke risicofactor is. Daarentegen ervaart een brein met onvoldoende activatie gedurende de dag ook problemen. Het is dan moeilijk om steeds weer te reageren op een veranderende omgeving. Bij chronische moeheid bijvoorbeeld heeft het brein verminderde activatie, met uiteindelijk een negatieve valence. Neem een lange autorit. Als je fit op vakantie gaat, is dit leuk. Bij chronische vermoeidheid, krijgt dezelfde rit een negatieve valence door de concentratieproblemen die men ervaart tijdens het rijden. Een fijne vakantiereis verhuist dan van rechtsboven naar linksonder in het arousal-valence model. Maar moeheid is niet altijd een probleem. Moeheid is fijn wanneer je wilt gaan slapen. Het wordt pas een probleem als de moeheid chronisch wordt en niet meer varieert. De activiteit van het brein verandert bij een gezond persoon continu, maar kan wel in bepaalde categorieën worden ingedeeld. Deze noemden we eerder al toestanden. Er is maar een bepaald aantal toestanden mogelijk. Dit heeft te maken met de cellen waaruit het brein is opgebouwd: de zenuwcellen, ook wel neuronen genoemd. Neuronen zijn gespecialiseerde cellen die via elektrische impulsen informatie doorgeven aan andere neuronen, spieren of klieren. De hersenen bestaan uit miljarden van deze neuronen, die samen het controle-centrum van het lichaam vormen. Neuronen hebben speciale eigenschappen die belangrijk zijn om de toestanden van de hersenen te begrijpen. Eén enkele neuron vuurt af en toe met een elektrische impuls, zonder specifiek ritme. Wanneer een neuron echter met andere neuronen communiceert, dan ontstaan er bepaalde ritmes. Deze ritmes vormen de basis voor de toestanden van de hersenen. Er is maar een beperkt aantal ritmes in het brein, en daarom ook maar een beperkt aantal mogelijke toestanden. De ritmes geven de mate van activatie weer en kunnen we meten en trainen met neurofeedback. Deze uitleg volgt later in het boek.

Nu wordt eerst beschreven welke breintoestanden we kunnen onderscheiden en hoe ze ontstaan.

Breintoestanden

Het fenomeen waarbij neuronen samenwerken als ze met elkaar verbonden zijn, wordt synchroniseren genoemd. Synchroniseren komt veel voor in de natuur en vormt de basis van de hersengolven die



we meten. Je kunt het synchroniseren van neuronen vergelijken met een publiek in een concertzaal. Na een mooi concert begint het publiek te klappen. Op een gegeven moment ontstaat er uit het niets een soort ritmisch klappen bij een bepaald deel van het publiek, waarna de hele zaal het overneemt. De mensen in de zaal synchroniseren hun applaus. Dit gebeurt zonder dat iemand de maat aangeeft of zegt wanneer ze moeten starten met klappen. Dit ontstaat dus spontaan, zonder centrale leiding. Zo is

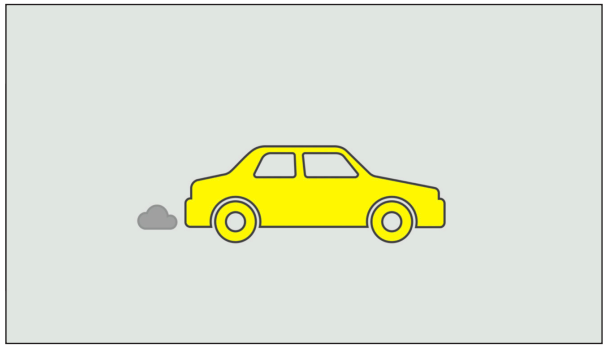
Neuronen vuren graag tegelijkertijd. Net als mensen na afloop van een concert in de maat klappen. Meeklappen is namelijk makkelijker.

het ook in de hersenen: zenuwcellen synchroniseren spontaan met elkaar.

Iedere zenuwcel produceert kleine elektrische impulsen. Je kunt je voorstellen dat het synchroniseren van miljoenen zenuwcellen leidt tot grotere impulsen en stroompjes. Als er maar genoeg zenuwcellen synchroniseren, kunnen we dat zelfs meten op de schedel. Net zoals het synchroniseren van applaus zelfs buiten de concertzaal gehoord kan worden. Dit synchroniseren van zenuwcellen is een fascinerend verschijnsel. Dit zien we niet alleen bij mensen, maar ook in de dierenwereld. Zowel bij mensen als bij dieren synchroniseren de neuronen in het brein, zelfs als een gebied niet actief deelneemt aan een taak en in rust is. Sterker nog, de rusttoestand is een belangrijke toestand die veel kan zeggen over de gezondheid en werking van het brein. Zo'n rusttoestand kunnen we meten als de hersenen weinig of geen input krijgen uit de omgeving. Het blijkt dat de hersenen dan in een toestand komen van stationair draaien, net als bij een auto die stilstaat met de motor aan.

Gele auto: motor draait stationair (alfa)

Als we een hersenmeting uitvoeren in rust, stil zitten met de ogen dicht, zien we golven met een regelmatige vorm die op en neer gaan. Deze stationaire golven gaan ongeveer 8-12 keer per seconde op en neer. Dit waren de eerste hersengolven die begin vorige eeuw werden ontdekt en worden daarom alfagolven genoemd, naar de eerste letter van het Griekse alfabet. Te pas en te onpas worden alfagolven in de literatuur en op internet gekoppeld aan allerlei zaken, zoals ontspanning en meditatie, maar primair



hangen alfagolven samen met het stationair draaien van de hersenen. Als de hersenen nog jong zijn, zoals bij kinderen, zijn ze nog niet helemaal ontwikkeld en zullen de alfagolven wat langzamer op en neer gaan: 8-9 keer. Op volwassen leeftijd draait het brein met ongeveer 10 keer per seconde stationair. Bij de ouder wordende en/of dementerende mens worden de alfagolven weer trager en gaan terug naar 8-9 keer per seconde.

Omdat alfagolven zo'n fundamentele rol spelen in de activiteit van de hersenen, zijn ze ook belangrijk bij het herkennen van cognitieve problemen en ziektebeelden. De alfagolven vormen de basistoestand van het brein. Het brein draait als ware stationair als we rustig stil zitten met de ogen gesloten. Vanuit deze toestand kan het brein opschakelen of terugschakelen, net als een auto. Opschakelen gebeurt wanneer er arbeid verricht moet worden door het brein, bijvoorbeeld bij een rekentaak.

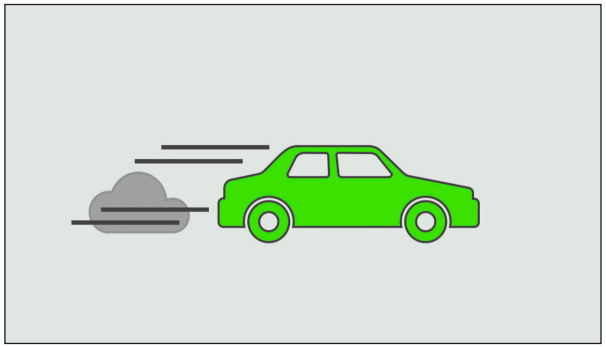
Wanneer men de ogen opent, schakelt het brein op wanneer je naar iets kijkt. Het brein verwerkt dan visuele informatie, waar mogelijk op gereageerd moet worden. Het opschakelen van het brein kun je testen door iemand vanuit rust een rekenopdracht te geven: Reageert het brein goed als er plotseling informatie verwerkt dient te worden en zien we dat het brein opschakelt naar behoefte?

Groene auto: opschakelen (bèta)

Het verwerken van informatie zoals bij een rekentaak, gaat gepaard met snellere golven. Deze noemen we bètagolven. Deze golven werden 100 jaar geleden als tweede golf ontdekt, waardoor ze de tweede letter van het Griekse alfabet als naam hebben gekregen. Bètagolven zijn sneller dan alfagolven en hangen samen met het opschakelen van het

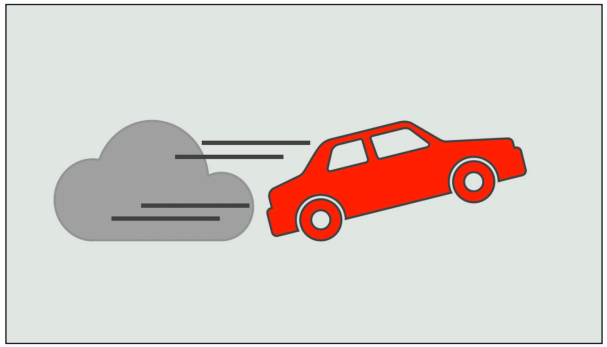
Een gezond brein schakelt naar behoefte. We zijn allemaal net Max Verstappen. En soms vliegen we uit de bocht.

brein, net zoals bij een auto. Ze komen tussen de 12 en 20 keer per seconde voor. De overgang van stationair naar een taak kenmerkt zich door het verdwijnen of verminderen van alfagolven en het verschijnen van bètagolven. Vergelijk het met een auto die opschakelt en daarbij meer toeren maakt. Deze toestand wordt activatietoestand genoemd.



Rode auto: in de overdrive (high bèta)

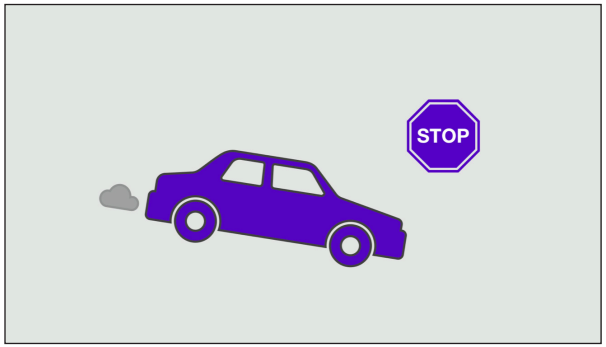
Soms moeten we plotseling reageren op een verandering in de omgeving, bijvoorbeeld als er gevaar dreigt of we verrast worden door iets of iemand. De hersenen hebben dan de mogelijkheid om nog verder op te schakelen met nog snellere golven. Deze golven worden high bètagolven genoemd. Ze zijn nog sneller dan bètagolven (tussen de 20 en 32 golven per seconde). In een normale situatie zorgen deze golven voor snel en adequaat reageren van de hersenen en het lichaam gedurende enkele minuten. Maar als deze situatie van zogenaamde overactivatie te lang duurt, kan het schadelijke gevolgen hebben. Net als bij een auto die doorrijdt met oververhitte motor. De auto gaat uiteindelijk kapot. Langdurige overactivatie in het brein kan uiteindelijk ook voor gebreken en klachten zorgen.



We hebben tot nu toe gezien dat het brein stationair draait in rust (alfagolven). Het brein kan dan opschakelen naar een activatietoestand (bètagolven) of zelfs naar een overactivatie (high bètagolven).

Paarse auto: terug schakelen (thèta)

Het brein kan ook langzaam moe worden, bijvoorbeeld 's avonds laat. Het brein zal dan vanuit de basistoestand met alfagolven minder actief worden richting een zogenaamde onderactivatie. Deze toestand wordt gekenmerkt door langzamere golven die thètagolven genoemd worden. Deze thètagolven komen tussen de 4 en 8 keer per seconde voor. Een toestand van onderactivatie is heel normaal voor het slapen gaan. Maar onderactivatie kan ook samenhangen met klachten. Bijvoorbeeld wanneer er overdag veel thètagolven voorkomen. Het brein is dan minder actief op het werk of op school. De



klachten die dan worden ervaren, komen later aan de orde in het boek.

Hersengolven

De hersenen kunnen dus diverse toestanden hebben. Dit betekent niet dat er maar één soort hersengolven op een bepaald moment aanwezig is. Alle golven zijn altijd wel iets aanwezig, maar meestal heeft één golf de overhand. Deze golf bepaalt dan de toestand van het brein. Dit is ook de manier waar-

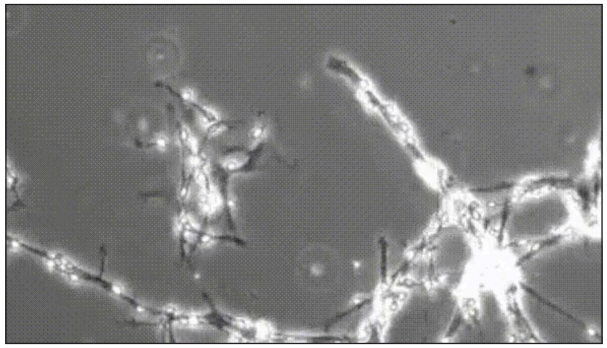
Door de hersengolven te bestuderen, kun je globaal de hersenactivatie onderscheiden in een signaal. De software berekent de exacte waardes.

op neurologen hersenmetingen interpreteren: ze bekijken welke golven het meest voorkomen en onder welke omstandigheden. Op basis hiervan beslissen ze of de activiteit normaal of afwijkend is. Ook wij moeten net als neurologen voorzichtig zijn met de interpretatie van hersentoestanden. We kunnen alleen iets zeggen over de toestand van het brein als

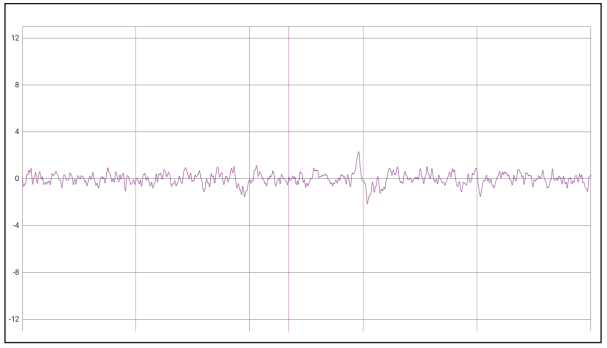


we weten wat de meetomstandigheid was. Met andere woorden: de interpretatie van de meting wordt altijd gekoppeld aan zaken zoals omgeving, tijdstip en toestand van het lichaam. Hoe laat vond de meting plaats? Was de cliënt ontspannen? Was het een rustige ruimte? Heeft de cliënt medicatie ingenomen? We zullen later zien hoe belangrijk de samenhang tussen hersenen, lichaam en omgeving is, in het kader van neurofeedbacktrainingen.

Op de vorige pagina werd bij iedere golf, het aantal golven per seconden genoemd. Dit is dus het aantal keer dat de neuronen massaal tegelijkertijd aan het vuren zijn. Net als een publiek tegelijkertijd klapt na een concert. Als het een langdradig, vermoeiend concert was, zal het publiek langzamer klappen. Als het publiek super enthousiast is, zal het tempo van



applaus veel hoger liggen. Hetzelfde geldt voor de hersengolven. Bij onderactivatie zijn de golven traag en groot, maximaal 8 per seconde. Als er daarentegen 32 golfjes in een seconde zichtbaar zijn, moeten deze veel kleiner zijn om in de tijd te passen. Op de volgende pagina staan de verschillende golven afgebeeld. Doordat er steeds één type golf wordt getoond, kun je het aantal golfjes tellen. In een signaal komen altijd alle golven tegelijkertijd voor (zie afbeelding rechts). Kleine snelle golfjes kunnen zelfs meeliften op grote trage golven. Door de golven te bestuderen, kun je de globale toestand van de hersenen onderscheiden in een signaal. Het visueel analyseren van een EEG-meting levert alleen nooit exacte waardes op. Verschillende hulpverleners kunnen een signaal anders interpreteren. Gelukkig berekent de software van de EEG-apparatuur de hoeveelheid

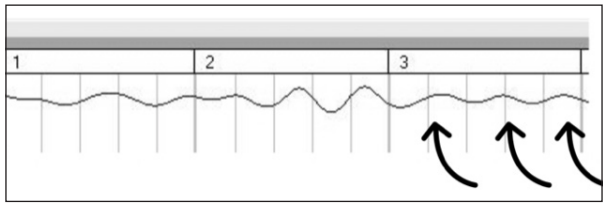


verschillende golven en vertaalt deze naar waardes, grafieken en kleuren. Zo wordt het maken van een valide analyse een stuk makkelijker.

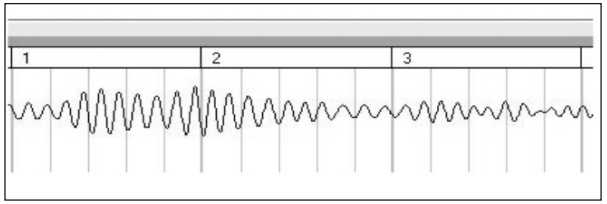
Om te begrijpen waar de berekeningen van de software op gebaseerd zijn, gaan we eerst de individuele golven bekijken en tellen.

Een EEG-signaal wordt uitgedrukt in aantal golfjes per seconden: Hertz. Zo blijven we tellen.

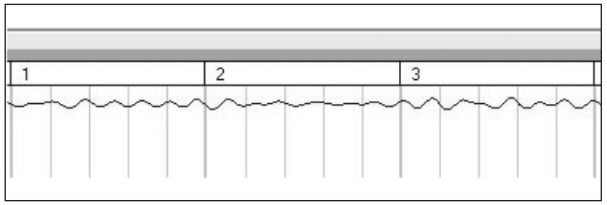
De eenheid Hertz (Hz) wordt gebruikt bij periodieke (zich herhalende) verschijnselen. Eén Hz komt daarbij overeen met een periode van 1 seconde. Wanneer een publiek regelmatig, eenmaal per seconde klapt, dan heeft het applaus een frequentie van 1 Hz. Klapt het publiek sneller, bijvoorbeeld tweemaal per seconde, dan bedraagt de frequentie 2 Hz. Ook hersengolven worden uitgedrukt in Hertz of afgekort als Hz. Het aantal golven per seconden bepaalt het aantal Hertz. Om sneller een signaal te kunnen analyseren, zijn de breintoestanden ingedeeld in groepen met een bepaalde frequentie. Dit noemen we banden. Wereldwijd worden de volgende bandbreedtes gehanteerd (zie onderstaand figuur), hoewel er geen vaste afspraken bestaan in de wereld van de EEG. In de software van de Brainmarker worden de bandbreedtes en bijbehorende breintoestanden uitgedrukt in kleur.



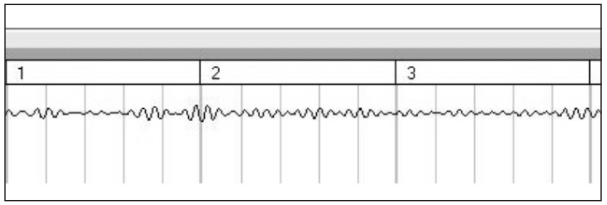
Delta 1-4 Hz: in dit signaal tel je grote trage golven.



Alfa 8-12 Hz:. sinusvormige bogen.



Thèta 4-8 Hz: de vorm van een thètagolf lijkt op een afgestompt bergje.



Bèta 12-20 Hz: kleine chaotische bèta-golven.
High bèta 20-32 Hz: nog kleinere, onregelmatige golfjes.

Diepe slaap	Onderactivatie	Stationair draaien	Activatie	Overactivatie
Dèlta	Thèta	Alfa	Bèta	High bèta
1-4 Hz	4-8 Hz	8-12 Hz	12-20 Hz	20-32 Hz

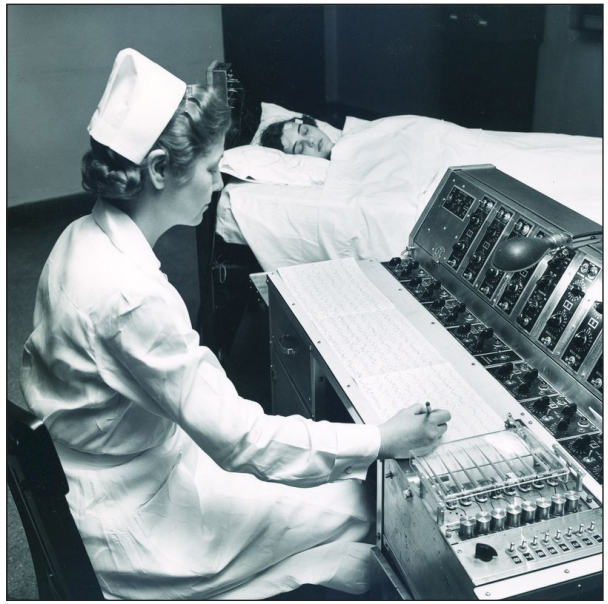
In de software van de Brainmarker worden de hersengolven en bijbehorende breintoestanden uitgedrukt in kleur.

Delta	Thèta	Alfa	Bèta	High bèta
Diepe slaap	Onderactivatie	Stationair draaien	Activatie	Overactivatie
				
				

De hersenen bestaan uit miljarden zenuwcellen. Het synchroniseren van deze neuronen kunnen we meten met EEG-apparatuur.

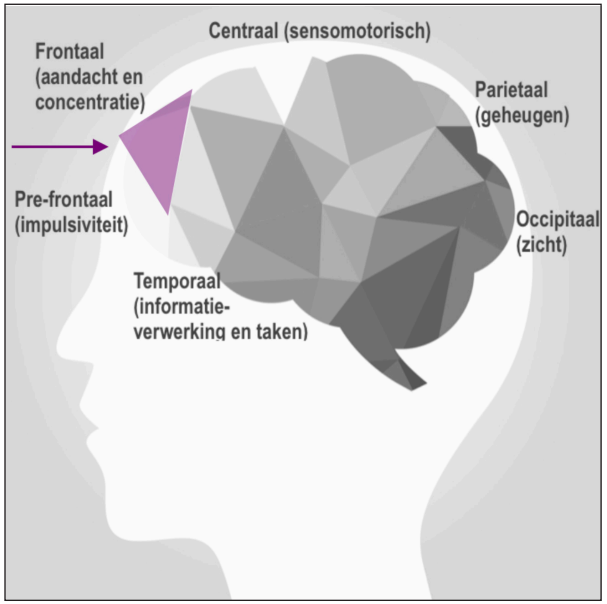
Elektro-EncephaloGrafische meting (EEG)

Als miljarden neuronen tegelijk vuren, kunnen we hun elektrische activiteit meten met een Elektro-EncephaloGrafische meting (EEG). Deze term komt uit de tijd dat de hersengolven werden gemeten en op papier getekend met een pen die op en neer ging (Grafie). Met deze oude meetapparatuur konden elektrische golven (Elektro) worden gemeten op de schedel. Het werd al snel duidelijk dat deze golven afkomstig waren van de hersenen (Encephalo). Het EEG werd eerst vooral in onderzoeken ingezet, maar daarna ook in de neurologische praktijk. Het bleek namelijk dat bepaalde ziektebeelden van het brein gepaard gingen met afwijkende hersengolven. De bekendste afwijkingen hebben te maken met de vorm van de golven, dit zien we bij epilepsie. Maar ook andere ziektes/klachten zoals stress, chronische moeheid, ADHD-symptomen, ASS, angststoornis, depressie, enz. kunnen veranderingen in hersenactiviteit laten zien.



Meetlocaties

Hersengolven ontstaan overal in de hersenen, want er zijn overal zenuwcellen. Met een EEG-apparaat kunnen we alleen de activiteit van het buitenste deel van de hersenen meten. De elektrische golven zijn te klein om waar te nemen als ze dieper in het brein ontstaan. De golven moeten immers door hersenvliezen, de schedel en huid reizen, voordat wij ze kunnen meten met elektrodes op de hoofdhuid. Deze elektrodes zijn speciaal ontwikkeld voor het meten van elektrische golven. Afhankelijk waar de elektrode geplaatst wordt op het hoofd, wordt de activiteit van een bepaald gebied gemeten. Als de elektrodes bijvoorbeeld achter op het hoofd geplaatst zijn, meten we vooral de toestanden van de gebieden die beelden verwerken (de visuele cortex). Als we aan de voorkant meten, dan meten we vooral gebieden die te maken hebben met planning, remming en concentratie. Alhoewel we dus wel onderscheid kunnen maken tussen locaties en hersenfuncties, is dit niet heel nauwkeurig. Om überhaupt een signaal op de schedel te kunnen meten, moeten neuronen in een gebied van minimaal zes vierkante centimeter tegelijkertijd vuren. Hierdoor krijgen we een onderverdeling in hersengebieden die we van elkaar kunnen onderscheiden: (pre)frontaal (voorkant), temporaal (zijkant), centraal (bovenop), pariëtaal (zijkant/achterkant) en occipitaal (achterkant). Voor de thuisbehandeling wordt gekozen voor de voorkant van het hoofd (prefrontaal) omdat hier belang-

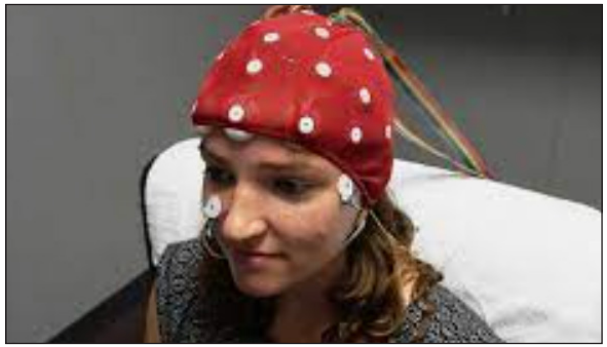


Het voorste deel van de hersenen, de pre-frontale cortex, is evolutionair gezien het nieuwste deel van het brein.

rijke processen plaatsvinden die te maken hebben met alertheid, aandacht en informatieverwerking in het algemeen. Het voorste deel van de hersenen, de pre-frontale cortex, is evolutionair gezien het nieuwste deel van het brein. Hier vinden dan ook functies plaats die ons onderscheiden van dieren: complexe taken, plannen in de toekomst, remmen



van ongewenst gedrag, concentratie, etc. Zoals we later nog zullen zien, hangen veel problemen samen met alertheid, focus en remming van gedrag. Hierdoor is de pre-frontale cortex uitstekend geschikt om neurofeedbacktrainingen uit te voeren. We gebruiken EEG-banden die speciaal ontwikkeld zijn om prefrontaal hersengolven te meten en neurofeedback uit te voeren. Deze EEG-banden worden midden tussen de wenkbrauwen en de haargrens geplaatst. De band meet dan de prefrontale cortex links en rechts. Een groot voordeel hiervan is dat we geen last hebben van haren tussen de elektrodes, waardoor de kwaliteit van de signalen beter is dan wanneer we tussen de haren meten. Dus we kunnen het voordeel van de goede locatie waar belangrijke processen plaatsvinden combineren met het voordeel van een kwalitatief goede meting. Op andere



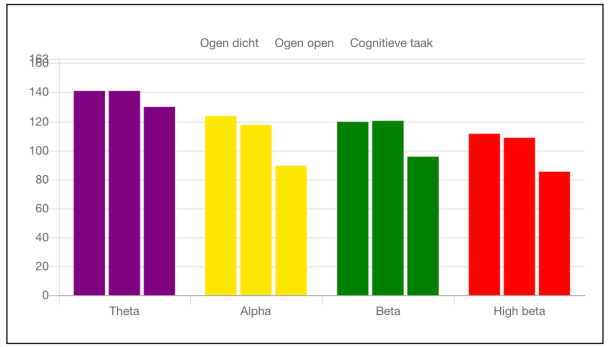
locaties op het hoofd is meten vaak veel moeilijker. De hoofdhuid moet dan goed worden geprepareerd (gescrubd), wat veel langer duurt. Ook moet er geleidende gel worden gespoten tussen hoofdhuid en elektrodes. Een uitgebreide meting (afbeelding midden) wordt dan ook meestal uitgevoerd in een ziekenhuis of gespecialiseerde neurologische praktijk bij complexere ziektebeelden, zoals epilepsie, beroerte of herseninfarct, om afwijkende activiteit op diverse locaties op het hoofd met elkaar te vergelijken. Het is echter voor een cliënt vrijwel onmogelijk om op een verantwoorde manier neurofeedback thuis uit te voeren op andere locaties dan de prefrontale cortex. Daarom beperken wij ons tot de (grote) groep van stoornissen die te maken hebben met concentratie en alertheid. Denk aan chronische moeheid, stress, angststoornis, depressie, maar

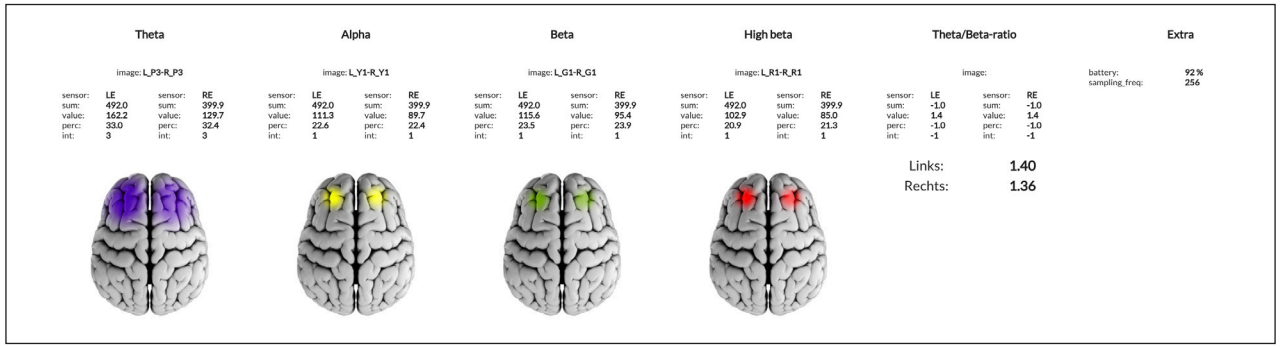


ook ADHD-klachten, concentratieproblemen, impulsiviteit, hypergedrag enz. Deze klachten kun je meten en trainen op het voorhoofd met een EEG-band. Om het neurofeedbackprotocol te kunnen bepalen, moeten we eerst het EEG-signaal analyseren.

Rekenen met EEG-signalen levert een schat aan informatie. Dit wordt een quantitative EEG of QEEG genoemd.

Er ligt veel meer informatie verscholen in het EEG dan wij kunnen zien op een beeldscherm. Die extra informatie wordt bruikbaar als we gaan rekenen met de EEG-signalen. Deze berekeningen vormen de technische basis voor neurofeedback en worden Quantitative EEG (kwantitatief) genoemd. In de jaren 90 werden door de komst van de PC steeds vaker met berekeningen gewerkt. In eerste instantie pas na afloop van een meting, omdat de berekeningen veel tijd kostten. Maar dankzij snellere PC's was het op een gegeven moment mogelijk om bijna real-time berekeningen uit te voeren en te visualiseren. Hierdoor werd het EEG meer dan een signaal. Hersengolven werden getoond in grafieken waardoor je direct zag welke golven in welke mate aanwezig waren in het EEG. Dit was de start van het Quantitative EEG (QEEG). De meest gebruikte techniek hiervoor is het berekenen van de aandelen van de diverse golven in het signaal. Dit wordt frequentieanalyse genoemd. Als we het aandeel van alle golven naast elkaar laten zien, dan noemen we dit een spectrum. In een spectrum zie je de verschillende golven en hun aandeel in het signaal, weergegeven in balken. Zie figuur links. Hoe hoger een balk, hoe meer de betreffende golf aanwezig is in het signaal. Deze waarde is berekend met een frequentieanalyse en dus kwantitatief (gebaseerd op getallen).





Breintjes: relatieve waardes

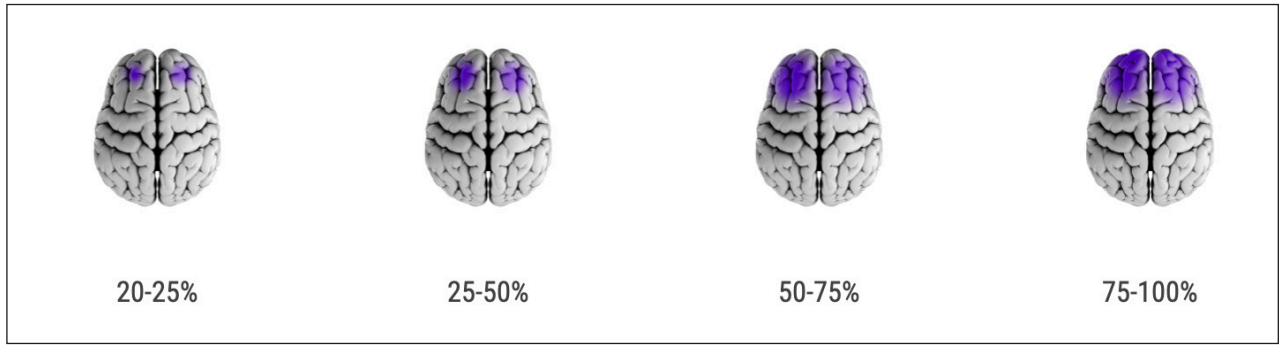
In de gekleurde balkjes staan de absolute, gemeten waardes afgebeeld. De gekleurde breintjes in de software tonen de relatieve waardes. Dit laatste is interessanter voor de analyse. De relatieve waarde geeft het aandeel van een bepaalde golf in het geheel weer (als percentage). Hieruit maken we op welke breintoestand het meest prominent aanwezig was tijdens de meting. Door op het hoofdje te klikken in het dashboard van de Brainmarker, worden alle berekende getallen zichtbaar (zie figuur hieronder). Je ziet van zowel de linker als de rechter meetlocatie de waarde, het percentage en de interval van de kleur. Iedere kleur staat voor een specifieke breintoestand. Zo zie je in één oogopslag welke breintoestand het meest prominent aanwezig is:

Vier breintoestanden:

- paars is onderactivatie
- geel is stationair
- groen is activatie
- rood is overactivatie

De gekleurde breintjes worden gebruikt voor de analyse. Ten slotte willen we weten welke breintoestant prominent is, ten opzichte van de rest.

Per toestand is het breintje meer of minder gekleurd. Dit hangt af van het percentage van het aandeel van de toestand. Er zijn vijf kleurnuances. Indien een golf minder dan 20% aanwezig is in het EEG-signaal, verschijnt er geen kleur. Dit betekent niet dat de golf helemaal niet aanwezig is, want zoals we eerder zagen, zijn alle golven in het signaal aanwezig. Maar het aandeel met minder dan 20% is zo klein dat er geen kleur verschijnt. De oppervlakte van de kleur vergroot vervolgens op basis van het percentage: je ziet een beetje kleur bij een percentage tussen 20 en 25%, en je ziet heel veel kleur bij een percentage boven de 75%.



Balken: absolute waardes

De hoofdjes tonen de relatieve waarden en de balken tonen de absolute (exacte) waarden van het voorkomen van de diverse hersengolven. Vroeger bestond de neurofeedbacktraining uit het kijken naar balken. Deze bewogen mee met de meting. Bijvoorbeeld als bètagolven verhoogden, werd de balk van de bètagolven ook hoger. Het visualiseren van de balken vormde de basis voor neurofeedback. Je kunt kijken naar bewegende balken, zonder verder iets in te stellen, maar het is veel nauwkeuriger om eerst de breinactivatie in kaart te brengen en hier een persoonlijk trainingstraject aan te koppelen. De cliënt wordt dan beloond als de breintoestand verbetert volgens het ingestelde neurofeedbackprotocol. Dit is al lang geen balk meer die hoger wordt, want op den duur is dit erg saai als feedback. De cliënt kijkt nu naar zelfgekozen video's waarvan het beeld groter en kleiner wordt. Het aandeel van de golf die getraind wordt, bepaalt de grootte van het videobeeld. Dus in plaats van een balk die hoger en lager wordt, stuurt het brein nu de grootte van het videoscherm aan. Hoe dit dan precies werkt en kan leiden tot verbetering van klachten, wordt later in het boek uitgelegd.

Hersenactiviteit of ruis

In dit hoofdstuk zijn het visueel EEG en QEEG behandeld, zodat je weet wat er berekend wordt in de software en hoe de balken en gekleurde hoofdjes tot stand komen. Maar om hersenactiviteit goed te kunnen interpreteren, moet een zorgverlener of trainer op de eerste plaats onderscheid kunnen maken tussen hersenactiviteit en ruis. Hersenmetingen zijn namelijk erg gevoelige metingen, waardoor ruis al snel het signaal kan beïnvloeden. Ruis in een EEG-signaal ontstaat onder andere door elektronische apparatuur in de omgeving of bewegingen van de cliënt. Denk aan oogknipperingen. Ruis in een EEG is meestal duidelijk te herkennen omdat het een andere vorm heeft dan hersenactivatie. In de gebruikershandleiding staat hoe deze ruis automatisch of handmatig uit het EEG-signaal wordt verwijderd, zodat er een valide analyse gemaakt kan worden. Met een valide analyse kunnen we de hersenactiviteit beoordelen en koppelen aan cognitieve functies en/of bepaalde klachten.

Om in het dagelijks leven gezond te functioneren en weten wat er allemaal om ons heen gebeurt, kunnen we niet zonder cognitieve functies.

Cognitieve functies

Om in het dagelijks leven gezond te functioneren en weten wat er allemaal om ons heen gebeurt, kunnen we niet zonder cognitieve functies. Deze functies van de hersenen zorgen ervoor dat we informatie kunnen verwerken en leren van onze ervaringen. De samenhang tussen cognitieve functies en her-



senactiviteit is complex, maar de basis kan worden weergegeven in de vorm van een piramide die de onderlinge samenhang tussen de functies goed visualiseert. Een piramide moet een stabiele basis hebben om te blijven staan. In de hersenen is dit net zo: om allerlei complexe, cognitieve taken uit te voeren, moet de basis kloppen. Vanuit deze basis kunnen dan allerlei functies die toenemen in complexiteit worden uitgevoerd.

Vigilantie

De fundering van de piramide is vigilantie, oftewel: ben je wakker? Voor het uitvoeren van een cognitieve taak zoals neurofeedback moet een persoon wakker zijn. Soms zijn mensen zo moe dat ze in slaap vallen zodra ze de ogen sluiten. Bij een voormeting voor neurofeedback moeten personen twee



minuten met de ogen gesloten zitten, wat dan een probleem op kan leveren. Recente studies laten bovendien zien dat meer mensen vigilantieproblemen hebben dan eerder gedacht. We zullen in een speciale nascholing hieraan aandacht besteden, omdat dit fenomeen vaker voorkomt bij bepaalde ziektebeelden, zoals autisme en epilepsie. In dit boek gaan we uit van een goede vigilantie waardoor we neurofeedback in ieder geval kunnen overwegen. De volgende laag in de piramide is alertheid.

Alertheid

Een goede alertheid zorgt ervoor dat je snel en adequaat kunt reageren. Een rustige, ontspannen toestand waarin je toch goed reageert op plotselinge veranderingen in je omgeving. In het brein gaat dit gepaard met vooral alfagolven (geel), oftewel het stationair draaien van het brein. Dit meten we



tijdens de voormeting, twee minuten met de ogen dicht. Wanneer de alertheid goed is, voldoen we aan de basisvoorwaarden: als er iets gebeurt, kan het brein goed reageren. In onze wereld is het echter belangrijk om meer dan dat te kunnen.

Selectieve aandacht

Soms moeten we ons concentreren op een taak en dat gaat verder dan gewoon alert zijn. Je moet andere prikkels die niet belangrijk zijn voor de taak kunnen buitensluiten en je (selectieve) aandacht richten

Als de fundering van de piramide niet goed is, ervaar je ook problemen op de bovenliggende lagen.

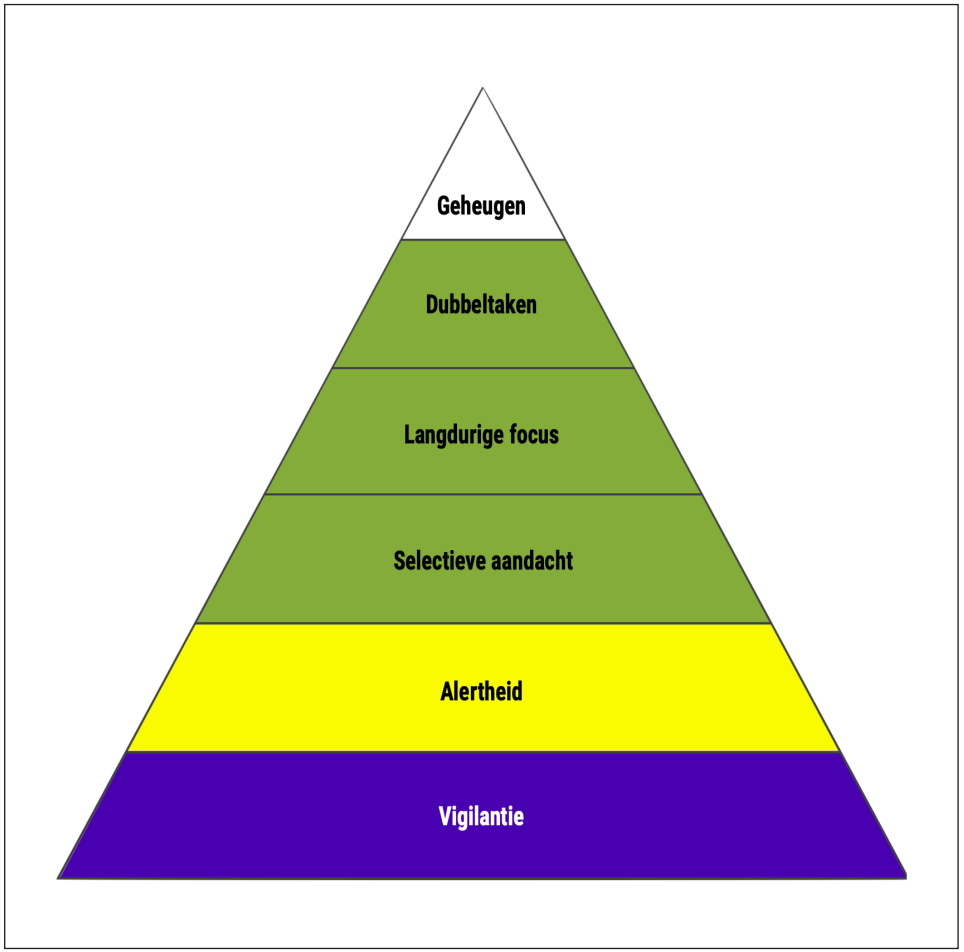
op een bepaalde taak. Hiervoor is ook specifieke hersenactiviteit nodig in de vorm van bètagolven (groen). Dit meten we tijdens de voormeting door één minuut hoofdrekenen. Het brein moet dan opschakelen, net als een auto, om de taak uit te voeren. Dus de langzame golven en/of het stationair draaien maken dan plaats voor snellere activiteit. Vaak hoor je dat je de selectieve aandacht kunt trainen als een spier: door veel oefenen verbetert de functie.

Langdurige focus

Als de alertheid goed is en de selectieve aandacht ook, dan komt het aan op het uithoudingsvermogen van de selectieve aandacht: de langdurige focus. Het is net als bij een spier: als de kracht is verbeterd, moet de spier ook langer kunnen aanspannen om goed te kunnen werken gedurende allerlei taken. Langdurige focus is belangrijk voor kinderen om goed te kunnen functioneren op school of in het geval van volwassenen op het werk. Natuurlijk fluctueert de focus gedurende de dag, maar we willen dat we in ieder geval de potentie hebben om ons langdurig te kunnen focussen op belangrijke taken, vooral als de taken niet zo interessant zijn. Langdurige focus is net als de kortdurende selectieve aandacht gerelateerd aan bètagolven (groen). Meer bètagolven gedurende langere tijd betekent betere focus.

Dubbeltaken

Focus op één taak is belangrijk, maar in het alledaagse leven moeten we vaak twee dingen tegelijkertijd doen. Dit is weer een andere speciale functie van het brein waarbij het informatieverwerkend vermogen wordt verdeeld over twee taken. Als één taak heel moeilijk is, gaat dat ten koste van de prestatie van de tweede taak. We hebben nu eenmaal begrensde capaciteiten om taken uit te voeren en informatie te verwerken. Bij deze taken is het voorkomen van bètagolven heel belangrijk. Als ze namelijk iets minder aanwezig zijn en plaatsmaken voor langzamere golven, bijvoorbeeld als je erg moe bent, zul je



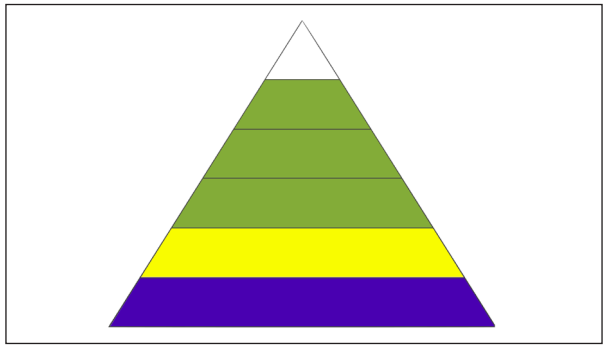
Als iemand aandachtsproblemen heeft, is het opnemen van informatie, verwerken en vervolgens opslaan, erg lastig.

merken dat dubbeltaken heel lastig worden. Denk aan een autorit. Als je moe bent en in het donker moet rijden, dan is het moeilijk om tijdens het rijden een diepgaand gesprek te voeren. Ook dubbeltaken zijn afhankelijk van het aandeel snelle bètagolven (groen) in het brein.



Geheugen

Het geheugen staat helemaal bovenaan de piramide. Een goede opslag in het geheugen is vooral afhankelijk van de aandacht tijdens het moment dat informatie wordt aangeboden. Daarom zijn de meeste geheugenproblemen eigenlijk aandachtsproblemen. We voeren metingen en neurofeedbacktrainingen primair uit om de alertheid en selectieve aandacht te verbeteren. We trainen dus niet direct het geheugen. Als geheugenproblemen zijn ontstaan op de onderste lagen van de piramide, dan zul je zien dat het geheugen kan verbeteren door neurofeedback. Want als de fundering van de piramide niet goed is, ervaar je ook problemen op de bovenliggende lagen.



Voorbeeld

We vatten de piramide samen in een kort voorbeeld waarin alle lagen worden doorlopen. Bijvoorbeeld een student moet een examen afleggen. Dan starten we op de onderste laag van vigilantie. Dit betekent dat deze persoon wakker moet zijn. De volgende laag van alertheid zorgt ervoor dat de student vanuit het stationair draaien van zijn brein, kan starten met de examenopdracht. Dankzij de laag van selectieve aandacht kan hij zijn aandacht richten op het examen. Hij moet zich concentreren en de studenten om zich heen negeren. Focus betekent langdurig de aandacht vasthouden tijdens een urenlang examen. De laag van dubbeltaken zorgt ervoor dat hij de aandacht kan verdelen tussen het lezen van de examenopdracht, het antwoord putten uit zijn geheugen en tegelijkertijd deze informatie op papier kan schrijven. In de piramide van cognitieve functies, zie je deze opbouw terug. De primaire cognitieve functies staan beneden en vragen om langzamere hersengolven. De meer specialistische functies staan bovenaan in de toren en vragen om snellere activatie van het brein.

Neurofeedbackprotocollen

In dit boek beperken we ons tot de neurofeedbackprotocollen op de lagen van de alertheid (geel) en aandacht (groen). Want als er iets mis is op de laag van vigilantie (paars), is vaak sprake van zwaardere neurologische aandoeningen zoals epilepsie of hersenbeschadiging na een beroerte, herseninfarct of trauma na een ongeval. In het volgende hoofdstuk brengen we eerst de laag van de alertheid in kaart. Vervolgens bekijken we de laag van de selectieve aandacht. De analyse, gebaseerd op deze twee lagen, bepaalt uiteindelijk het neurofeedbacktraject.


In de natuur moet je alert zijn:
stationair draaien om op ieder
gewenst moment te kunnen schakelen.

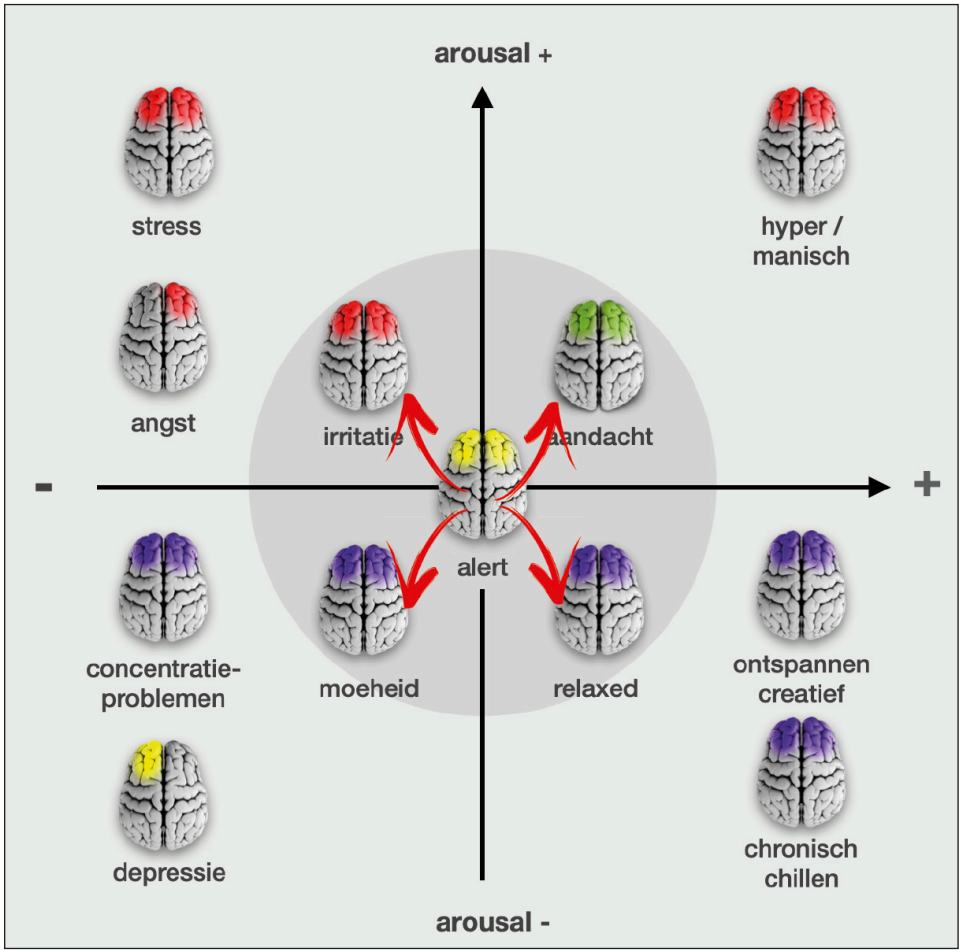
Vanuit alertheid kun je alle kanten op en daardoor snel reageren en aanpassen.

Alertheid
De piramide visualiseert goed hoe belangrijk alertheid is. Vanaf deze laag kun je adequaat reageren en/of starten met een taak. Dit geldt van oudsher ook in de natuur, op het moment dat er iets gebeurt, moet je snel kunnen reageren en daarbij zo min mogelijk fouten maken. Zeker wanneer de situatie levensbedreigend is.

Bij een goede alertheid, draait het brein goed stationair. In het arousal-valence model kun je zien en begrijpen waarom dit gunstig is. In het figuur rechts zie je dat je vanuit het midden snel alle kanten uit kunt. Aanpassen gaat sneller vanuit het midden. Het tegenovergestelde kun je ook goed voorstellen wanneer je heel moe bent. De weg die je moet afleggen om 'aandacht' voor iets op te brengen is dan veel lastiger. Bij chronische moeheid krijg je ook vaak te maken met concentratieproblemen, de weg naar aandacht in het arousal-valence model is dan nog langer en misschien zelfs onmogelijk.

Het startpunt van de alertheid is belangrijk om je te kunnen aanpassen en snel te reageren en/of te starten met een taak.

Maar alleen reageren is niet voldoende. Je moet ook kunnen leren van je fouten, zodat je de volgende keer als een vergelijkbare situatie zich voordoet, je beter weet wat je te doen staat. Dit is het voordeel van geheugen. Je hersenen onthouden wat werkt en wat niet.

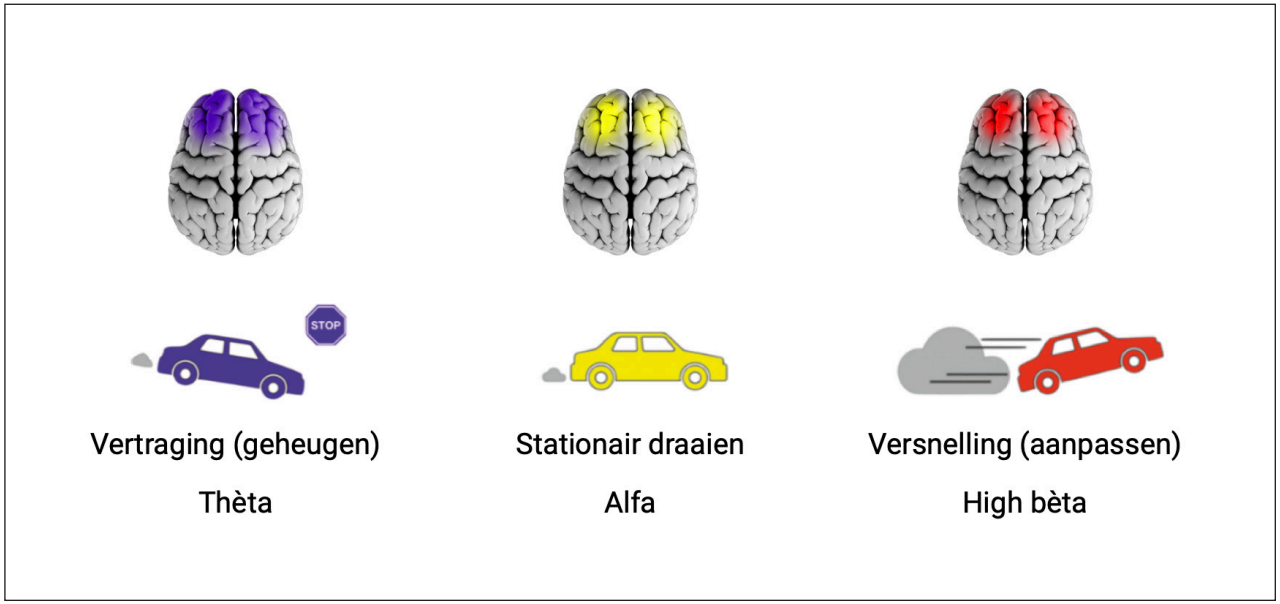


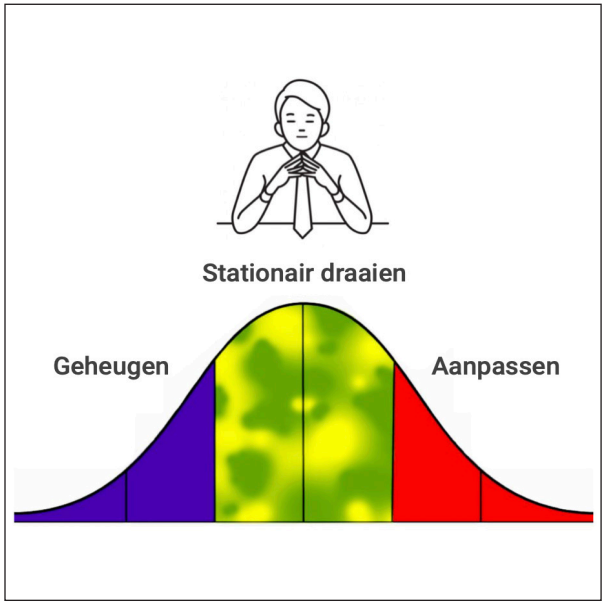
Alleen reageren en aanpassen is niet voldoende. De activatie van het brein bepaalt het succes van de reactie. Eerst denken, dan doen.

Aanpassen én geheugen

Het blijkt dat de evolutie ervoor heeft gezorgd dat wij het beste overleven als we ons aanpassen én ons geheugen gebruiken. Oftewel eerst denken, dan doen. Dit lukt het best als het brein alert is en stationair draait. Vanuit die basistoestand kan het brein eerst vertragen om te putten uit het geheugen en daarna versnellen om zich aan te passen aan de omgeving. De activatie van het brein bepaalt dus het succes van de reactie. Wetenschappers hebben dit systeem in een omgekeerde U-curve gevisualiseerd (figuur rechts). De top van de curve visualiseert het stationair draaien: we nemen de omgeving waar. Af en toe schakelen we terug naar de linkerkant op de curve en gebruiken ons geheugen, wanneer we een vergelijkbare situatie al eens hebben meegemaakt. Ervaren we iets heel nieuws, dan moeten we vooral adapteren: het brein schakelt op en verplaatst zich naar de rechterkant van de curve. Als de breintoestand zich altijd helemaal links bevindt, reageert het brein altijd op basis van geheugen en kan zich moeilijk of niet aanpassen, aan nieuwe omstandigheden. Als de toestand zich altijd helemaal rechts op de curve bevindt, past het brein zich de hele tijd aan, maar zonder te leren. Bovenaan de curve reageert het brein het beste: aanpassen indien nodig en herkennen van de juiste respons op basis van geheugen.

Samen vormen geheugen en aanpassen een uniek systeem om te overleven in de natuur dat balanceert op de rand van improviseren en leren van het verleden.

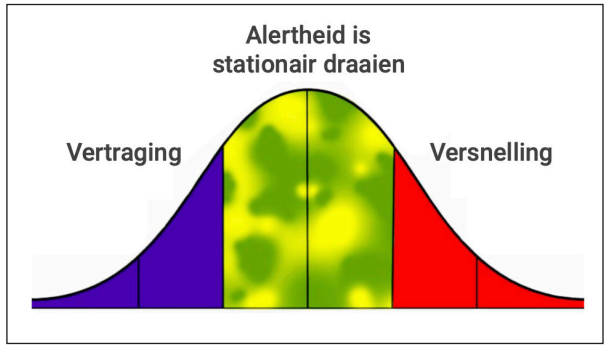




Alertheid is geen vast gegeven. Alertheid varieert gedurende de dag en activiteiten. 's Avonds laat gaan de gordijnen langzaam dicht.

Omgevingscurve

De omgekeerde U-curve noemen we de omgevingscurve en beschrijft de samenhang tussen ons gedrag en de omgeving: hoe reageer ik als de omgeving verandert? De curve hangt samen met hersenactiviteit. Als de hersenen vooral ondergeactiveerd zijn, dus veel thètagolven (paars) laten zien in wak-



kere toestand overdag, dan wordt het moeilijk om te improviseren en je dus aan te passen. De hersenen kunnen immers niet zo snel reageren en iets nieuws verzinnen en vallen terug op het geheugen.

Gebrek aan remming

Als de hersenen altijd heel hoog geactiveerd zijn en veel high bètagolven (rood) laten zien, dan is er zoveel activiteit dat het gedrag daardoor onvoorspelbaar wordt. Het brein reageert zeer snel en/of impulsief en leunt daarbij niet altijd goed op het geheugen. Dit kan problemen veroorzaken. Als onze hersenen bovenaan de omgekeerde U-curve balanceren, ervaren we weinig of geen gedrags- of psychische problemen. Er gebeurt iets en je denkt: Hmmm... heb ik dit eerder meegemaakt? (geheugen) Was het handig? Nee, ik moet het deze keer



iets anders doen (aanpassen). Als je boven op de curve balanceert, spreken we over remming in het brein: eerst denken, dan doen.

Alertheid varieert gedurende de dag

Alertheid is de basistoestand, waarbij alfagolven worden afgewisseld met bètagolven. Het brein draait rustig stationair maar kan indien nodig snel en adequaat reageren. Dit is niet constant want gedurende de dag, varieert bij iedereen de alertheid van iets trager, tot iets sneller. Alertheid en hersenactiviteit is geen vast gegeven. Je kunt dit voorstellen als een raam met gordijnen ervoor. Na een goede nachtrust 's ochtends rond 9 uur ben je topfit en zeer alert. De gordijnen zijn helemaal open. Het brein kan veel informatie verwerken en je zit bovenaan de curve qua alertheid. Als je de hele dag gewerkt hebt,



gaan 's avonds de gordijnen langzaam dicht en kun je steeds minder informatie uit de omgeving verwerken. Je alertheid vertraagt naar de linkerkant van de omgevingscurve (figuur links). Alertheid wordt niet alleen beïnvloed door het dagritme, maar ook door situaties die we meemaken. We vertonen bijvoorbeeld een hogere activering en alertheid na een achtbaan of een fietstocht. De curve schuift dan op naar rechts. Een warm bad vertraagt de breinactiviteit en verschuift daarmee ook de alertheid naar

Een verstoring van de alertheid wijst op een vertraging of versnelling van het stationair draaien, met alle bijkomende klachten en/of pathologieën.

links op de curve. Daarom moet bij de metingen en trainingen rekening gehouden worden met het dagritme van de mens. Laat in de avond zal een meting altijd meer thètagolven tonen doordat het brein in rust gaat en zich voorbereidt op de slaap. Het lichaam reageert op de veranderende omgeving: het wordt donker. Dit is een gezonde reactie. Dezelfde hoeveelheid thètagolven in de ochtend na een goede nachtrust, kan wel duiden op een afwijkende breintoestand. Bijvoorbeeld als de cliënt last heeft van concentratieproblemen op het werk.

De informatieverwerking van de hersenen is niet alleen afhankelijk van het tijdstip van de dag en de activiteiten die we ondergaan, ook de hoeveelheid informatie telt mee. Bijvoorbeeld wanneer je in de ochtend wandelt met je beste vriend en hij begint een diepgaand gesprek, gaat de loopsnelheid achteruit. Er is dan minder capaciteit beschikbaar vanuit het brein om snel te blijven lopen. Is het gesprek voorbij dan gaat de loopsnelheid vanzelf weer omhoog. Alertheid hangt dus samen met de hoeveelheid informatie die je kunt verwerken.

Goede alertheid

Goed reageren betekent een combinatie van aanpassen en geheugen. Dit gaat het beste vanuit het midden van het arousal-valence model met de juiste breinactivatie. In beide gevallen moet het brein goed stationair draaien.

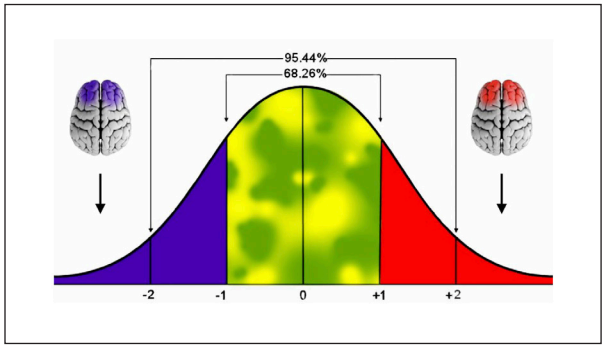
- Vanuit het midden van het arousal-valence model kun je alle kanten op en adequaat reageren op de omgeving: er naartoe of er vanaf met een negatieve of positieve valence.
- In de omgevingscurve zien we de activatie (arousal) die nodig is om juist te reageren: eerst denken en dan doen. Putten uit geheugen en/of aanpassen.

Als onze hersenen bovenaan de omgekeerde U-curve balanceren, ervaren we weinig of geen gedrags- of psychische problemen.

Verstoring van de alertheid

We kunnen met deze twee curves de samenhang tussen de activiteit van het brein en het hieruit resulterende gedrag goed gebruiken om diverse klachten en ziektebeelden beter te begrijpen. De hersenen zijn soms meer of minder geactiveerd, waardoor interactie met de omgeving moeilijker wordt. Een verstoring van de alertheid wijst op een vertraging of versnelling van het stationair draaien, met alle bijkomende klachten en/of pathologieën.

Een vertraging of versnelling van het stationair draaien kan verschillende oorzaken hebben. We hebben gelezen dat het natuurlijke ritme van de mens de activatie beïnvloedt. Dagelijkse variatie is natuurlijk en gezond. Maar er zijn ook mensen waarbij het brein vanaf de geboorte langzamer en/of sneller stationair draait. We praten hier over een eigenschap. Bij EEG-voormetingen zie je bij deze personen vaak minder of geen alfagolven, maar meer thèta- en/of



high bètagolven. We zullen nu aan de hand van een aantal voorbeelden laten zien hoe veranderingen van alertheid kunnen leiden tot bepaalde klachten en ziektebeelden.

Een verstoring van de alertheid wijst op een vertraging of versnelling van het stationair draaien, met alle bijkomende klachten en/of pathologieën.

Bij ADHD draait het brein niet stationair, maar is er een vertraging, versnelling of een combinatie van deze twee zichtbaar in een EEG-meting.

ADHD: brein intrinsiek anders geactiveerd

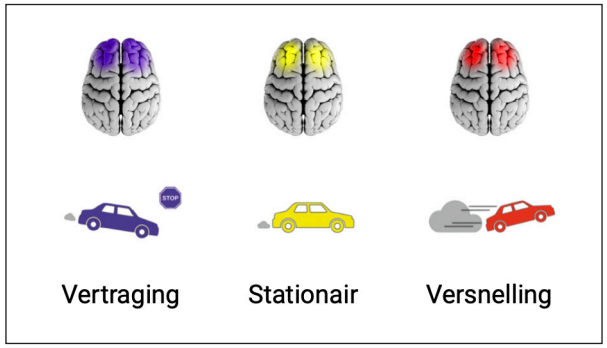
Een ziektebeeld waarbij onderzoek laat zien dat de hersenen anders functioneren, is ADHD. Dit wordt niet door de omgeving veroorzaakt. Het brein is intrinsiek anders geactiveerd. Want bij mensen met de diagnose ADHD draait het brein niet stationair, maar is er een vertraging, versnelling of een combinatie van deze twee zichtbaar. Je kunt dan ook drie types ADHD onderscheiden in een EEG.



Drie types ADHD in een QEEG

- Type 1 overwegend onoplettend: vertraging van de alertheid.(paars).
- Type 2 overwegend hypergedrag en/of impulsief: versnelling (rood).
- Type 3: combinatie onoplettend en/of impulsief: zowel vertraging als versnelling (paars en rood).

Dit verklaart waarom mensen met ADHD type 1 (ADD) de voorkeur hebben voor bekende situaties waarbij ze kunnen putten uit het geheugen. Deze groep heeft ook meer moeite met improviseren. Type 2 daarentegen, vertoont hyper- en/of impulsief gedrag omdat zij de situatie niet eerst overdenken maar direct reageren op de omgeving.



In veel landen wordt een QEEG-meting gemaakt als analysetool in aanvulling op de DSM-V vragenlijsten om een diagnose vast te stellen. De nauwkeurigheid van een QEEG is veel hoger dan bij vragenlijsten. Dit komt ook doordat verschillende personen vragen anders kunnen interpreteren. De mening en waarden van de beoordelaar spelen hierbij een rol. Een EEG toont de breinwerking die minder snel verschillend geïnterpreteerd kan worden dankzij de berekening. Niet voor niets is de verhouding tussen de thèta- en bèta-golven een wereldwijd geaccepteerde tool om ADHD vast te stellen. Deze thèta/bèta-ratio staat naast de metingen in het dashboard van de Brainmarker en wordt in een later hoofdstuk uitgelegd.



Interventie

De interventie bij ADHD is om het brein in eerste instantie beter stationair te laten lopen. Met neurofeedback verlagen we de afwijkende breintoestand: de vertraging of versnelling. Oftewel de thèta- of de high bètagolven. Daarna kan, indien nodig, een tweede training worden gestart om de aandacht verder te verbeteren. Dit is de volgende laag in de piramide van cognitieve functies en wordt uitgelegd in een later hoofdstuk.

Langdurige stress verstoort de alertheid en maakt ziek. Het menselijk lichaam is niet gemaakt voor langdurige stress.

Stress

Behalve een brein dat intrinsiek anders geactiveerd is, kan een brein ook door de omgeving beïnvloed worden. Een van de bekendste voorbeelden is (langdurige) stress. Al vanaf de oertijd heeft stress een functie in ons lichaam ter overleving van de soort. Vandaag de dag roepen veel situaties stress op die



niet direct levensbedreigend zijn. Het effect op ons lichaam is echter nog steeds hetzelfde als in de oertijd. Het zenuwstelsel heeft een activerend gedeelte (sympatisch) en een de-activerend gedeelte (parasympatisch). Deze twee delen functioneren als gekoppelde systemen en hebben invloed op de rest van het zenuwstelsel. Bij gevaar neemt het activerende systeem het over. De arousal in het brein verhoogt. Dit is erg functioneel als er een beer achter je aan rent. Tegelijkertijd wordt alles in het lichaam geactiveerd en gesynchroniseerd. Het brein is alleen nog maar bezig met die ene lastige situatie. Je kunt je ook nergens anders op focussen. Het lichaam verhoogt de arousal zodat je voldoende zuurstof, spierkracht en zicht hebt om te vechten of vluchten. In het arousal-valence model vinden we stress bovenaan de verticale as. Prima bij gevaar, maar niet



in rust als het brein stationair hoort te draaien in het midden van het model. Dan is er dus sprake van een verstoring van de alertheid, oftewel een ongewenste toestand.

Stress en slaapproblematiek

Zolang je in het midden varieert, gaat alles goed. Een uitschieter bij gevaar is geen probleem, als je daarna maar weer terug keert naar het midden, daar heeft ons parasympatisch systeem de overhand. Alles in het lichaam functioneert dan normaal. Vanuit dit vertrekpunt kunnen het brein en lichaam zich ook voorbereiden op slaap. De hersenen laten weten dat ze moe zijn en geven dat door aan de rest van het lichaam. Langzaam neemt de spierspanning af en wil het lichaam in een comfortabele positie gaan zitten of liggen. Je merkt dit het beste als je in de



trein of vliegtuig rechtop zit en in slaap valt. Je gaat dan eerst knikkebollen. Je kunt je dan ook voorstellen dat je vanuit het vertrekpunt van de overactivatie niet snel in slaap valt. En als je eindelijk slaapt, is dit oppervlakkig omdat je brein niet in een diepe slaap kan komen door de snelle hersenactiviteit. Slaapproblematiek is dan ook een veel voorkomend probleem bij stress: moeilijk inslapen, slecht doorslapen en vroeg wakker worden.

Na langdurige stress of cognitieve arbeid hebben de hersenen rust nodig. Je kunt ook doorlopen en jezelf uitputten.

Lichamelijke klachten bij stress

Daarnaast geeft stress meer lichamelijke klachten. Omdat alles is gericht op die ene 'levensbedreigende' situatie, worden alle onnodige processen stilgelegd om alle energie te richten op het gevaar. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor de maag en darmfunctie. Met alle gevolgen van dien.



Typische gevolgen van langdurige stress zijn:

- Verhoogde spierspanning (nek en schouders)
- Hartslag verhoogt en wordt regelmatiger
- Oppervlakkige ademhaling en/of hyperventilatie
- Buikpijn door veranderde darmwerking
- Hoofdpijn
- Moeheid

Hoofdpijn

Hoofdpijn is niet één klacht, maar bestaat uit verschillende soorten. Veel voorkomende soorten, zoals migraine, zijn goed onderzocht met behulp van hersenmetingen en neurofeedbacktrainingen. Het blijkt dat migraine gepaard gaat met veranderde hersenactiviteit die men kan verbeteren met



neurofeedback, waardoor klachten bij veel mensen afnemen. Niet alleen tijdens een aanval, maar ook tussen aanvallen kan het brein anders geactiveerd zijn, waardoor neurofeedback ingezet kan worden in migrainevrije periodes.

Moeheid

Na langdurige stress of cognitieve arbeid hebben de hersenen rust nodig. Allerlei stoffen in de hersenen zijn veelvuldig gebruikt en moeten worden aangevuld. Dit is de reden dat we ons 's avonds moe beginnen te voelen: het lichaam geeft aan dat slaap nodig is. Tijdens de slaap regenereert het zenuwstelsel en worden afvalstoffen afgevoerd. Hoe beter de slaap, hoe beter onze alertheid en aandacht een dag later. Maar als we langere tijd slecht slapen en toch veel informatie moeten ver-



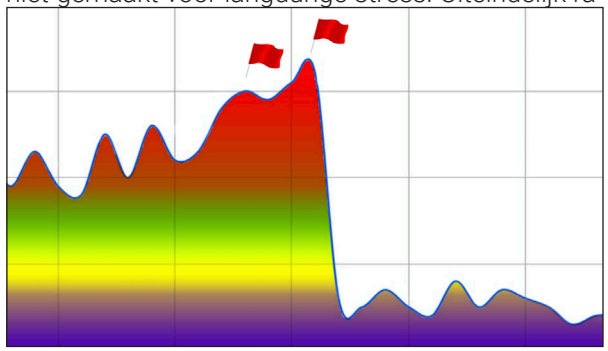
werken gedurende de dag, kan chronische moeheid ontstaan. We zien in de hersenen dan vrijwel de gehele dag langzame thètagolven. Zelfs als we ons eigenlijk zouden moeten concentreren zien we thètagolven in plaats van bètagolven. Neurofeedback kan hierbij helpen door de thètagolven te inhiberen (verminderen), zodat de hersenactivatie steeds meer richting het midden van het arousal-valence model gaat. Natuurlijk moeten we dan ook zorgen dat de omgeving wordt aangepast, zodat er meer

Als je lang genoeg de vlaggetjes negeert bij langdurige stress, volgt vanzelf de afgrond. Herstel duurt dan aanzienlijk langer.

rust gedurende de dag en nacht ontstaat. Neurofeedback heeft hier, net zoals bij vele andere klachten, een voorwaarde scheppende werking.

Voorkom uitputting

Bovenstaande lichamelijke klachten mogen niet genegeerd worden, want het menselijk lichaam is niet gemaakt voor langdurige stress. Uiteindelijk ra-



ken de transmitterstoffen in het brein op en raakt het lichaam uitgeput. Wij zeggen niet voor niets: als je lang genoeg de vlaggetjes negeert, volgt vanzelf de afgrond. Als je over het randje van de afgrond bent gevallen, duurt herstel aanzienlijk langer. Van een paar maanden bij chronische moeheid, tot een aantal jaren bij een depressie. Een QEEG kan een indicatie geven van de herstelperiode. Veel stress in het brein kan ook een wake-up-call zijn om per direct goed voor jezelf te gaan zorgen. Als je nog bovenaan de afgrond staat, is er overactivatie (rood) zichtbaar in een QEEG. Het herstelproces kan snel verlopen van een paar weken tot maanden. Het brein kan gezond worden getraind met neurofeedback door de high bètagolven (rood) te inhiberen. Het lichaam kan de (spier)spanning verminderen door cardio-sporten, denk aan fietsen of hardlopen.



Vaak wordt stress geactiveerd door de omgeving, dus daar valt ook op korte termijn winst te behalen door de omgeving aan te passen. Stress kan dus worden aangepakt met neurofeedback en intensief sporten. Als je eenmaal over het randje van de afgrond bent gevallen, moet je juist rustig aan herstellen. Zware inspanning put het lichaam verder uit omdat het lichaam tijdens 'kritieke ziekte' vaak in katabole toestand verkeert (meer afbraak dan opbouw). Het lichaam moet eerst langzaam aansterken met goede voeding, korte wandelingen en lichte krachtoefeningen en tegelijkertijd het brein opnieuw activeren met behulp van neurofeedback.

Interventies op de laag van alertheid

Alle interventies op de laag van alertheid zijn gericht om het brein stationair te laten lopen. In het midden van het arousal-valence model hebben we de minste klachten en/of psychische problemen. Dan voelen we ons prettig. Je kunt het brein beter stationair laten lopen met behulp van medicatie of neurofeedback. Soms zit het brein zo vast, dat neurofeedback niet werkt. Als de activiteit weinig varieert of niet in de gewenste toestand komt, kun je geen positieve feedback geven. Dan is medicatie nodig om het brein eerst iets te activeren, zodat de neurofeedbacktraining aanslaat. Bijvoorbeeld bij een zware depressie reageert het brein bijna niet meer op omgevingsprikkels. Door medicatie activeert het brein en is positieve feedback mogelijk. Vervolgens kan het leerproces optreden, wat zal worden uitgelegd in het hoofdstuk van de neurofeedbacktraining.

Bijna alle medicatie gericht op het verbeteren van de cognitieve functies, heeft een activerende of de-activerende werking. Het doel is altijd richting het midden van het arousal-valence model: richting goede alertheid en/of aandacht. Neurofeedback vermin-

Je kunt het brein beter stationair laten lopen met behulp van medicatie of neurofeedback. En sommigen gebruiken verdovende middelen, helaas.

dert het aantal en de duur van de ongewenste toestanden zodat het brein beter stationair loopt. Zo kom je ook uit in het midden van het arousal-valence model. Bij chronische moeheid worden de trage thètagolven verlaagd, bij stress de trainen we de snelle high bètagolven naar beneden. In beide gevallen kom je uit in het midden bij de alfa- en bètagolven.

Verdovende middelen

Verdovende middelen worden helaas ook gebruikt om het brein naar het midden van het arousal-valence model te krijgen. Bijvoorbeeld alcohol vertraagt de activatie, amfetamine versnelt en nicotine kan het brein naar beide kanten laten bewegen (mindere activatie bij stress, meer activatie bij moeheid). De werkzame stof in hasj en wiet, delta-9-TetraHydroCannabinol (THC), verhoogt de alfagolven en kan op den duur heel passief gedrag veroorzaken doordat het brein alleen nog maar stationair draait en bijna niet meer opschakelt.

Op korte termijn wordt rust in het hoofd als prettig ervaren. Het voelt als een beloning waardoor het gevaar van verslaving op de loer ligt. Daarbij hebben mensen met onder- en/of overactivatie, verminderde remming in het brein. Het verlangen naar een rustig hoofd in combinatie met gebrek aan remming is een gevaarlijke combinatie en maakt mensen verslavingsgevoeliger. Het brein trainen met neurofeedback heeft daardoor een dubbele functie in de verslavingszorg.

Neurofeedback is een eerste stap om het brein gezond te trainen en daardoor goed stationair te laten draaien. Het schept daarmee de voorwaarde voor een goede alertheid. Pas als de alertheid goed is, kijken we naar de bovenliggende laag van de selectieve aandacht.



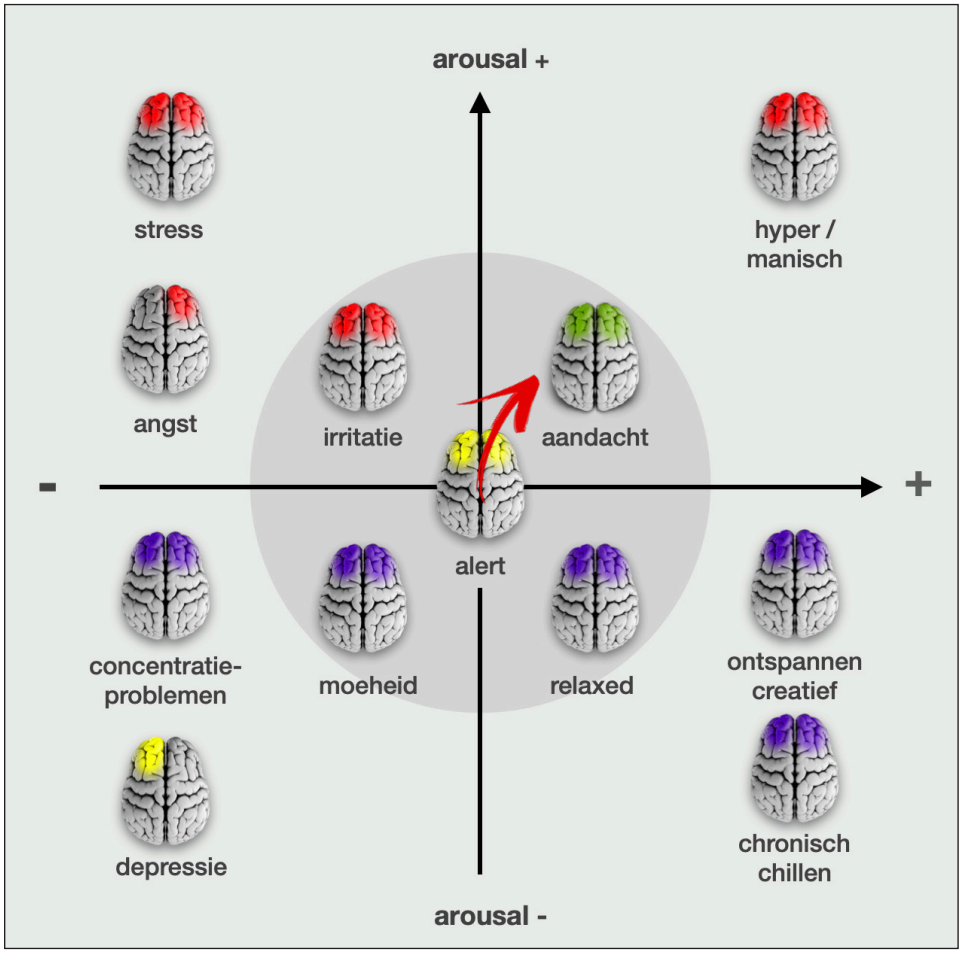

De combinatie van alertheid en selectieve aandacht,
zorgt voor het succesvol volbrengen van taken.

De combinatie van alertheid en selectieve aandacht, zorgt voor het succesvol volbrengen van taken.

Alertheid is de basistoestand van het brein in het midden van het arousal-valence model. Vanuit die toestand kun je snel alle kanten op. We inhiberen dus eerst de ongewenste toestanden zodat de cliënt in het midden van het arousal-valence model komt. Vanuit daar kunnen we de aandacht (verder) verbeteren.

Selectieve aandacht

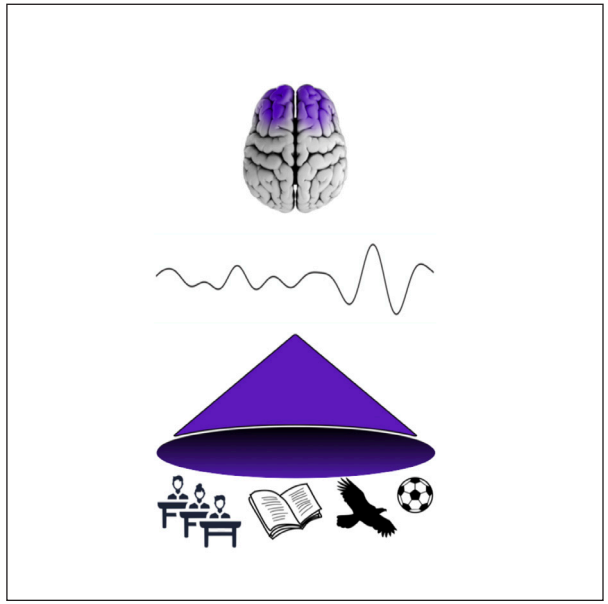
Selectieve aandacht wordt vaak aangeduid met concentratie. Dit betekent in de volksmond dat de hersenen zich richten op één opdracht. Net als een zaklamp die schijnt op een klein gedeelte van alle informatie die je kunt waarnemen. Stel je voor, dat jouw zaklamp op informatie uit de omgeving schijnt. De aandacht is dan gericht op het stukje waar het licht op valt. Als een leerling in de klas moet opletten wat de leerkracht zegt, verwachten we dat de zaklamp op de leerkracht is gericht en niet op zijn buurman en de vogeltjes buiten. Is dit niet het geval, dan kan de leerling problemen ondervinden. Vaak is er dan sprake van onoplettendheid, slechte concentratie en/of overprikkeling door de grote hoeveelheid informatie die tegelijkertijd binnen komt. In feite is er dus sprake van een inhibitie- of remmingsprobleem: ongewenste of niet relevante informatie wordt onvoldoende geremd, waardoor de aandacht verdeeld wordt over allerlei bronnen van informatie. De leerling kan op dat moment de omgevingsprikkels niet negeren. Een goed werkende zaklamp kun je echter zelf reguleren. Je moet eerst het initiatief nemen om je aandacht op een onderwerp te richten. Als dat is gelukt, moet je ook weer kunnen uitzoomen. Bijvoorbeeld als je aan een nieuwe taak wilt beginnen. Bij een hyper-focus kun je vaak het onderwerp moeilijk loslaten. Dit kennen we ook vanuit stress-situaties: je kunt dan maar aan één onderwerp denken, de hele dag door. Je bent dan niet in staat om zelf de zaklamp te reguleren. Op de volgende pagina zoomen we uit en in met een zaklamp tijdens het lezen van een boek.



Het zelf reguleren van de selectieve aandacht is één van de belangrijkste eigenschappen van een gezond brein. Een goedwerkende zaklamp dus.

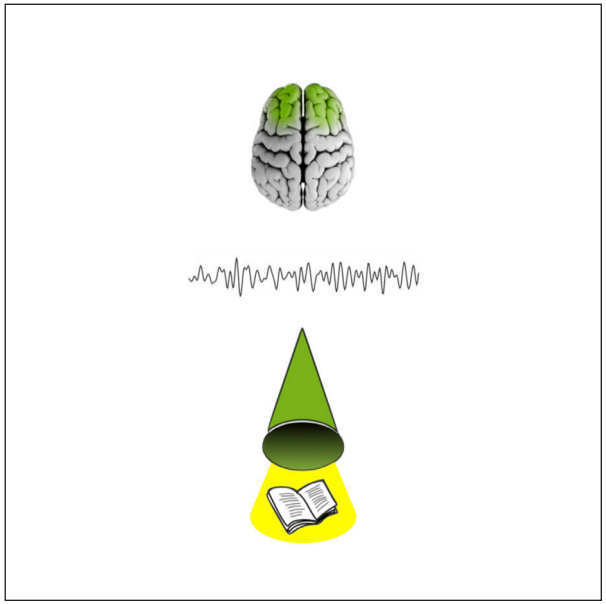
Zaklamp uitzoomen

Je bent wakker en zit te dagdromen. Hierdoor kun je gedachten de vrije loop laten. Thèta-golven zijn in grote gebieden van de hersenen actief. Hierdoor zie je meer mogelijkheden voor een probleem en kun je informatie combineren. Dit gaat wel ten koste van de verwerkingssnelheid en concentratie. Het betekent ook gebrek aan inhibitie, alle omgevingsprikkels komen binnen. De laag van alertheid is vertraagd als de zaklamp helemaal is uitgezoomd. Aandachtig een boek lezen wordt dan heel lastig.



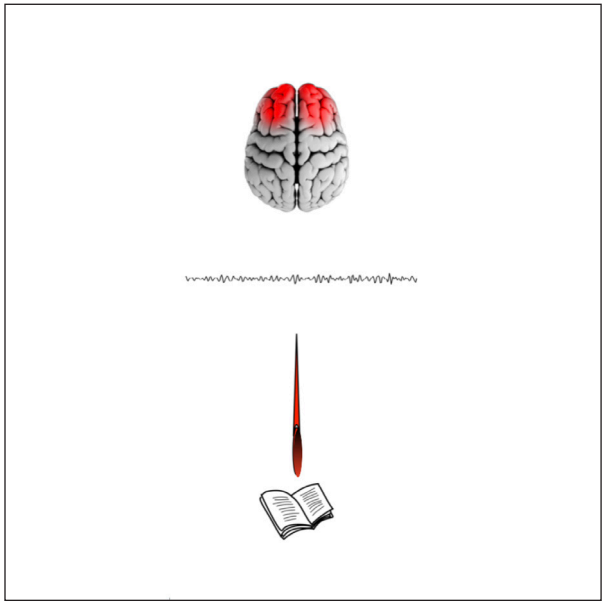
Inzoomen met een zaklamp

Bij selectieve aandacht zoom je in op één onderwerp. Dit betekent dat er specifieke informatie wordt verwerkt in een klein gebiedje van de hersenen. Je werkt geconcentreerd op tempo en sluit omgevingsprikkels buiten (remmen of inhiberen genoemd). Een goedwerkende zaklamp kan op een taak of boek worden gericht, maar ook weer uitzoomen om vervolgens de aandacht op een volgende taak te richten. Een zaklamp werkt alleen goed als deze opschakelt naar snelle bètagolven.



Zaklamp heeft een scherp, dun lichtstraaltje

In een stress-situatie ben je met één onderwerp bezig. De de zaklamp heeft een heel scherp, dun lichtstraaltje en geeft geen ruimte voor andere gedachten. Een heel piepklein gebiedje in je brein is met zeer snelle hersenactiviteit informatie aan het verwerken. Dankzij deze high bèta-golven, kun je heel snel reageren. Het kost ook veel energie. Mensen met langdurige stress denken vaak de hele dag aan één onderwerp. Hierdoor heb je geen aandacht voor andere zaken en/of een goed boek.



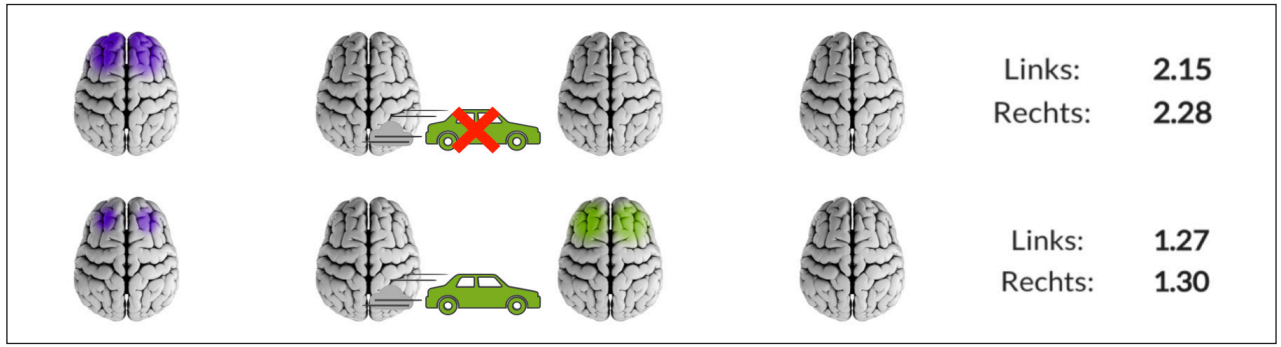
Als we de selectieve aandacht willen verbeteren, verlagen we de langzame golven en/of verhogen de activatie in het brein. Zo gaat de auto rijden.

Selectieve aandacht: de auto gaat rijden

Op de laag van selectieve aandacht moeten langzame thètagolven (paars) plaats maken voor snelle bètagolven (groen). Het brein moet als het ware opschakelen als een auto om goed te functioneren. Als de auto niet gaat rijden tijdens een taak, kun je problemen ervaren zoals een tragere verwerkingssnelheid en verminderde concentratie. Omdat thèta- en bètagolven zo sterk samenhangen met informatieverwerking, is de relatie tussen beiden een goede marker voor concentratie. Hoe meer thètagolven aanwezig zijn ten opzichte van bètagolven, hoe meer problemen iemand met de selectieve aandacht zal ervaren. Omgekeerd zal de selectieve aandacht beter zijn als er meer bètagolven aanwezig zijn ten opzichte van thètagolven.

Thèta/bèta-ratio

Deze relatie tussen beide golven wordt de thèta/bèta-ratio genoemd en is een belangrijke marker voor selectieve aandacht. Het is ook een marker voor ADHD: langzame thèta-golven zijn prominent aanwezig tijdens het uitvoeren van een taak. Snelle bèta-golven zijn dan niet of onvoldoende aanwezig. Dit veroorzaakt ADHD-klachten als onoplettendheid en inhibitieproblemen.



Als de activatie verhoogt tijdens een taak, wordt de thèta/bèta-ratio kleiner.

Cognitieve taken gaan dus gepaard met een verlaging van de thèta/bèta-ratio. Als de activatie verhoogt tijdens een taak, wordt de ratio kleiner (afbeelding links, bovenste rij). Dit is een cliënt met de diagnose ADHD type 1 overwegend onoplettend. Tijdens een EEG-meting moet de cliënt hoofdrekenen. In dit geval schakelt het brein niet op naar snelle hersenactivatie (meer paars dan groen). De auto gaat niet rijden. De ratio op beide frontale meetlocaties, zowel links als rechts, is hoger dan in het onderstaande voorbeeld. Hier schakelt het brein wel op (meer groen dan paars). Tijdens de rekentaak, maken langzame golven plaats voor snelle hersenactiviteit. De verhouding tussen thètagolven en bètagolven wordt kleiner. Om de selectieve aandacht te verbeteren, trainen we met neurofeedback de thèta omlaag en/of de bèta omhoog. De thèta/bèta-ratio neemt af na een succesvolle training. Zo gaat de auto rijden. Hoe het komt dat de auto gaat rijden, wordt in het volgende hoofdstuk uitgelegd.





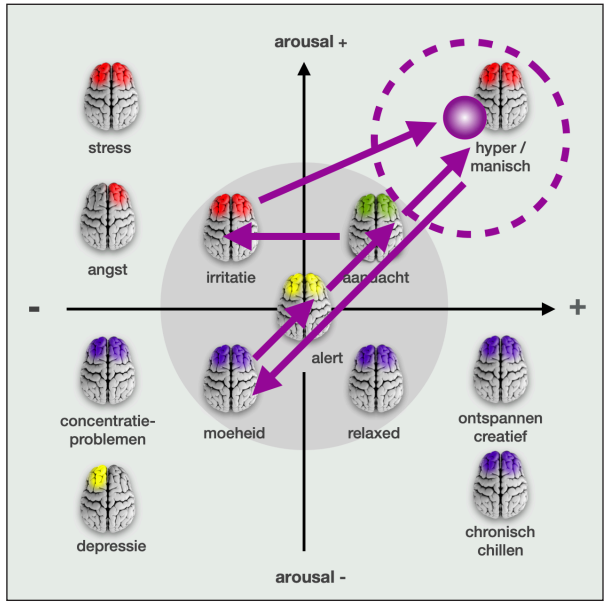
De werking van neurofeedback: het veranderen van hersentoestanden. Hoe werkt dat dan?

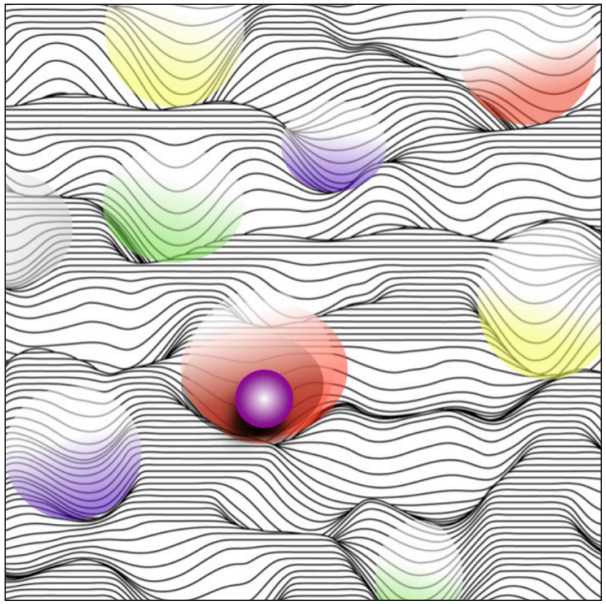
De werking van neurofeedback: het veranderen van hersentoestanden. Met langdurig resultaat.

De combinatie van alertheid en selectieve aandacht zorgt voor het succesvol volbrengen van taken. De twee modellen, het arousal-valence model en de omgevingscurve, zijn een goed uitgangspunt om de werking van de hersenen en neurofeedback te begrijpen.

Hersenen leggen een traject af

Het is belangrijk om te beseffen dat de hersenactiviteit in het arousal-valence model nooit stilstaat, maar continu varieert. De hersenen leggen een traject af binnen de vier kwadranten. Bijvoorbeeld je bent aan het dansen (actief-positief) rechts-boven in het model en iemand gaat heel hard op je voet staan. Het traject van de hersenen gaat dan (tijdelijk) naar actief-negatief, links-boven in het model. Bij moeheid zak je automatisch naar de onderste kwadranten. Het rechter kwadrant als je op de bank kunt gaan liggen (vertraagd-positief). Maar als je nog een eind moet rijden en je ogen niet open kunt houden kom je uit in het linker kwadrant (vertraagd-negatief).





Voorkeurstoestand

Behalve dat de omgeving het traject beïnvloedt, hebben de hersenen ook hun voorkeursregio's binnen het model. Dat weten we intuïtief: sommige mensen zijn actiever van aard met een ongekende positieve energie. Zij bevinden zich vaker in het kwandrant rechts-boven in het model. Dit noemen we een zogenaamde voorkeurstoestand. Je kunt je dit voorstellen als een dalletje in een landschap. Dus als het arousal-valence model een landschap is, dan heeft iedereen zo zijn dalletjes. De activiteit van de hersenen kun je voorstellen als een balletje dat over het landschap rolt en automatisch aangetrokken wordt tot een of meerdere dalletjes.

Ongewenste dalletjes

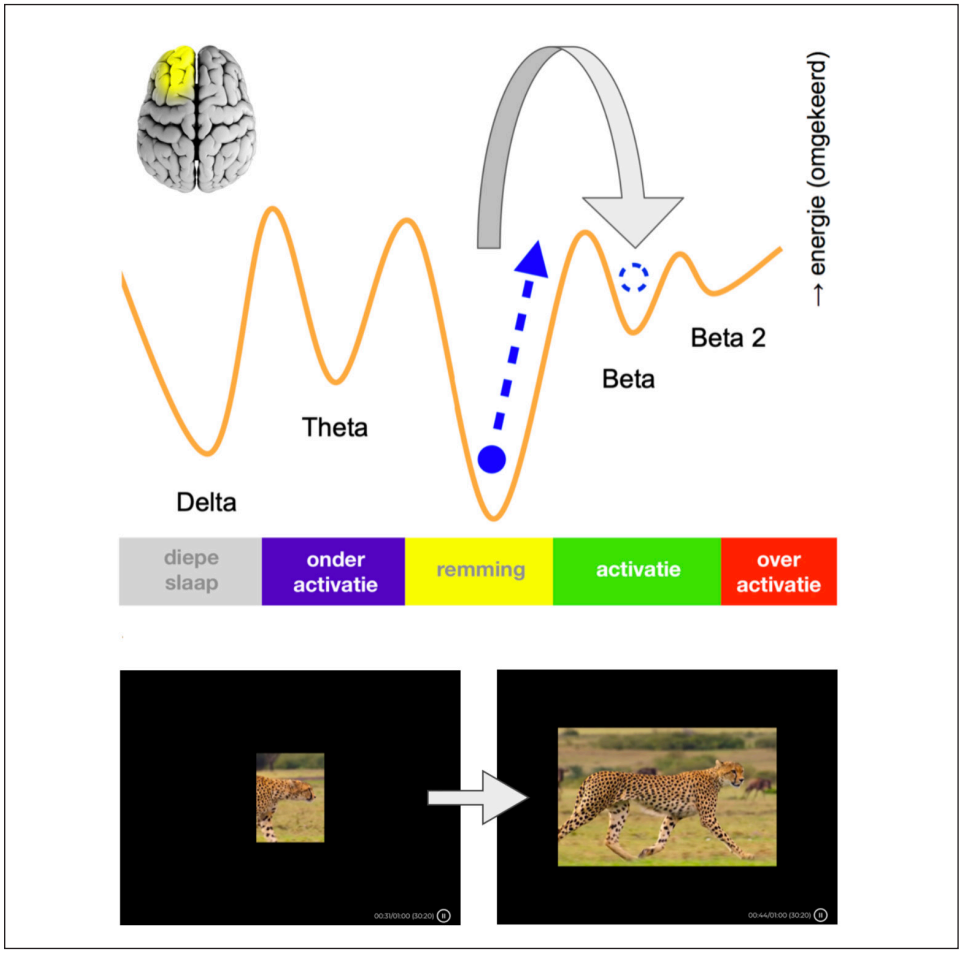
Sommige dalletjes zijn niet gewenst, ze gaan samen met problemen in het leven van alledag. Als iemand een diep dalletje heeft in het kwadrant links-beneden in het arousal-valence model, dan zal deze persoon vaker neigen tot negatieve gedachten en is vaak moe. Iemand met een diep dal rechts-boven in het model heeft een zeer actief brein met een extreem positieve valence, waardoor men hyperactief en/of manisch kan overkomen. Ook stress is zo'n dalletje, links-boven in de grafiek. Meestal is het dal vrij ondiep en wordt het geactiveerd als er acuut gevaar is. Als we echter vaker stress ervaren, wordt het dal steeds verder uitgediept. Op een gegeven moment

Met neurofeedback maak je van diepe dalen weer begaanbare dalletjes. Zo kun je beter schakelen.

is het zo diep dat we er bijna niet meer uitkomen. Dit noemen we dan een toestand van chronische stress. Daarentegen is kortdurende stress functioneel, net als in de natuur. In een noodsituatie is overactivatie nodig om te rennen of vechten. Dieren blijven na afloop niet lang in deze toestand hangen. Een hert ontsnapt aan een leeuw, schut daarna de spanning van zich af en richt zijn aandacht vervolgens op het eten van gras. Het dalletje van de overactivatie is blijkbaar niet diep. Het dal van de high bèta-golven kan bij mensen steeds dieper worden als het denkbeeldige balletje hier vaker en langer in blijft hangen. Uiteindelijk krijgen we een lange periode van hoge activiteit, oftewel langdurige stress. Als een dal erg diep is, kost het te veel energie om er weer uit te komen. Het lichaam is ten slotte lui en blijft graag hangen in een toestand die weinig energie kost. Uiteindelijk ga je psychische en/of lichamelijke klachten voelen. We spreken dan over een toestand. Langdurige stress kan uitputting als gevolg hebben, met chronische moeheid als gevolg. Uiteindelijk kom je dan weer vast te zitten in het uitgediepte dalletje van de thèta. Vermoeiend.

Conditionering

Hoe vaker je in een dalletje komt vast te zitten, des te groter het gevaar dat je er opnieuw invalt. We kennen dit van mensen die meerdere depressies hebben gehad. Als iemand door een bepaalde oorzaak een depressie krijgt, gaat deze toestand na een bepaalde tijd ook weer over. Maar het dalletje voor depressie is aangemaakt en kan steeds opnieuw geactiveerd worden. Het blijkt zelfs dat een kleinere trigger in de toekomst kan leiden tot dezelfde depressie. Iedere keer wordt het dalletje dieper en dieper en krijgt het een grotere aantrekkingskracht. Dit noemen we conditionering. Door het herhaald optreden wordt de kans op een depressie groter ook al is de oorspronkelijke trigger minder aanwezig. Uiteindelijk kan een depressie een eigenschap worden. Met neurofeedback maak je van diepe dalen weer begaanbare dalletjes. In het voorbeeld rechts, zie



Deze vorm van leren heet operante conditionering: je leert door positieve feedback. Met langdurig resultaat.

je depressie. Het dalletje van de alfagolven is een enorme krater geworden. Het brein blijft daardoor stationair draaien en schakelt bijna niet meer. Dit dal kan minder diep worden getraind met neurofeedback. Sterker nog, na een depressie moet het brein gezonder worden getraind dan voor de ziekteperiode om herhaling te voorkomen. Neurofeedback



zorgt voor langdurig resultaat. Dit in tegenstelling tot medicatie.

Leren door positieve feedback

Neurofeedback heeft als behandelmethodiek in tegenstelling tot medicatie specifieke effecten: behandelparameters worden ingesteld op basis van je persoonlijk hersenprofiel. Bovendien is het een leerproces en heeft daarom langdurige effecten. Als je medicatie niet meer neemt is het effect weg. Als de hersenen één of meerdere diepere dalen hebben die ongewenst zijn, dan is de gedragsproblematiek vaak moeilijk op te lossen. Met neurofeedback kun je ongewenste diepe dalen, minder diep trainen. Het gewenste dal van de activatie kun je vervolgens uitdiepen zodat deze route sneller begaanbaar wordt. Zo kun je beter schakelen rond het midden van het arousal-valence model.



Een persoon ziet zijn eigen hersenactiviteit

De basis van neurofeedback is een EEG-meting. Een EEG-meting brengt de globale activiteit van het brein in kaart en laat de meest voorkomende toestanden zien: onderactivatie, stationair draaien, activatie en overactivatie. Deze breinmeting inclusief de onderbouwing met behulp van vragenlijsten, bepaalt het trainingsdoel van de neurofeedback. Tijdens de neurofeedbacktraining meten we doorlopend de activiteit van de hersenen en kunnen dit direct aan de persoon laten zien. Deze persoon krijgt dan feedback van het synchroniseren van de miljoenen neuronen in zijn of haar hoofd. Deze techniek wordt daarom neurofeedback genoemd. We hebben geleerd dat de hersenen continu van toestand veranderen. Dit zie je ook tijdens een EEG-meting.



Het signaal van de hersenen is nooit constant. Deze verandering vormt de basis van neurofeedback.

Operante conditionering

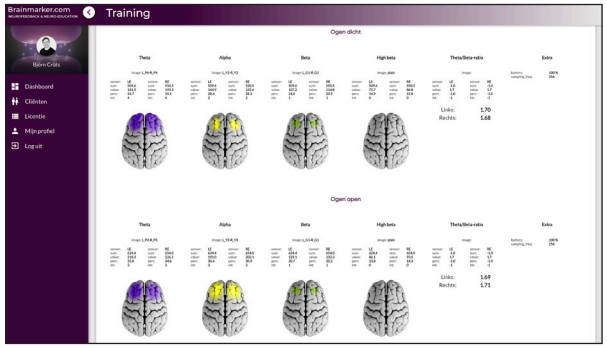
Een persoon ziet zijn eigen hersenactiviteit veranderen en krijgt positieve feedback op die momenten waarop de activiteit verbetert. Deze vorm van leren heet operante conditionering: je leert door positieve feedback. We weten niet hoe we dit doen, we weten

Bij het analyseren van de gekleurde hoofdjes in het dashboard, stellen we drie vragen. Praktisch zo'n stappenplan.

alleen dat het steeds beter gaat. Net als bij fietsen. Als kind leren we met vallen en opstaan. Plotseling blijven we beter en langer zitten op de fiets en deze toestand van hersenen en spieren wordt als positief ervaren. Fietsen verleer je ook niet meer. Bij neurofeedback krijgt een persoon dus positieve feedback als het beter gaat met de toestand van het brein. Deze feedback heeft de vorm van een video die groter wordt op de momenten waarop de hersenen beter functioneren. De software van de Brainmarker maakt gebruik van zelfgekozen Youtube-filmpjes op een mobiel of tablet. De grootte van de video wordt bepaald door de hersenactiviteit van de cliënt. Deze wordt gemeten door een EEG-band op het voorhoofd. Als het balletje van de hersenactiviteit de gewenste kant op gaat, worden de hersenen beloond. Door de exacte manier van meten kunnen we hele kleine verschillen laten zien, die je zelf helemaal niet merkt. Op den duur worden de veranderingen groter en ga je de verschillen merken: de hersenen zijn steeds vaker in de betere toestand. De dalen van de ziekte worden minder diep, de dalen van het gezonde brein worden dieper en trekken meer aan. Het brein leert en de klachten nemen op den duur af. Bij de meeste personen zijn de eerste kleine veranderingen merkbaar na 10 sessies, blijvende veranderingen duren vaak langer, soms wel tussen de 20 en 40 sessies.

Trainingsdoel bepalen

Voordat we de juiste hersengolf kunnen trainen met neurofeedback, moet eerst het trainingsdoel worden bepaald. De hulpvraag van de cliënt moet overeenkomen met wat we zien in het QEEG. Niet andersom. We bedenken geen klacht aan de hand van de EEG-meting. Soms moet de trainer doorvragen om de primaire klacht boven water te krijgen. Als de klacht moeheid is en in het QEEG zien we een enorme overactivatie (high bètagolven), dan gaan we geen thètagolven inhiberen volgens het standaard protocol bij chronische moeheid. Mogelijk veroorzaakt stress een slechte nachtrust en voelt men zich daardoor overdag moe. Met de vragenlijsten in het dashboard, kan de trainer de hulpvraag onderbouwen. De symptomen bij langdurige stress zijn anders dan bij moeheid. Denk aan spierspanning, boosheid en irritatie. Bij moeheid verwacht je juist lusteloosheid. Pas als de hulpvraag, het QEEG en de uitkomst van de vragenlijst overeenkomen, kan het trainingsdoel worden bepaald en start de neurofeedbacktraining. Om het QEEG te beoordelen werken de trainers met een stappenplan.



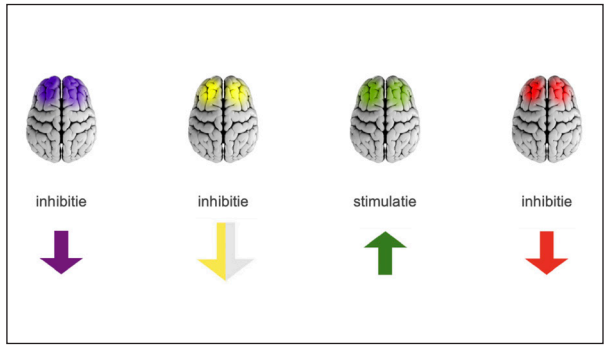


Bij het analyseren van de gekleurde hoofdjes in het dashboard, stellen we drie vragen:

1. Draait het brein stationair en schakelt het naar behoefte?
2. Schakelt het brein op tijdens het uitvoeren van een taak?
3. Komt het EEG-beeld overeen met de primaire klacht en wordt dit onderbouwd door de vragenlijst in het dashboard?

Keuze trainingsdoel voor de neurofeedback. Zoveel smaken zijn er niet. In de basisopleiding werken we met vier protocollen. Evidence-based.

Daarnaast wordt tijdens de intake onder andere gevraagd naar slaappatronen en medicijngebruik omdat bepaalde activerende of de-activerende stoffen de training kunnen beïnvloeden. De anamnese (intake) wordt behandeld tijdens de opleiding. Al deze extra informatie wordt vastgelegd bij de klantgegevens in het dashboard. De cliënt krijgt een rapportage van de voormeting inclusief vragenlijst. In dit pdf-document staat ook de primaire klacht vermeld. De trainer legt aan de hand van de rapportage de keuze van het trainingsdoel uit en het te verwachte resultaat.



Parameters trainingsdoel

Als het trainingsdoel is bepaald aan de hand van de primaire klacht, kan de trainer de parameters instellen in het dashboard. In de Brainmarker staan alleen protocollen die evidence-based zijn. Zo kun je bijvoorbeeld de overactivatie nooit omhoog trainen. Die optie kun je niet aanvinken. In de gevorderde opleiding wordt bij zwaardere neurologische aandoeningen gewerkt met speciale trainingen met een custom-band. Alleen in uitzonderlijke gevallen kiest de trainer uit twee verschillende parameters, met de optie inhiberen (verlagen) of stimuleren van één of twee verschillende hersengolven. In dit boek beperken we ons tot vier protocollen waarmee we alle klachten kunnen behandelen die in het boek beschreven staan.

De volgende golven kunnen we trainen:

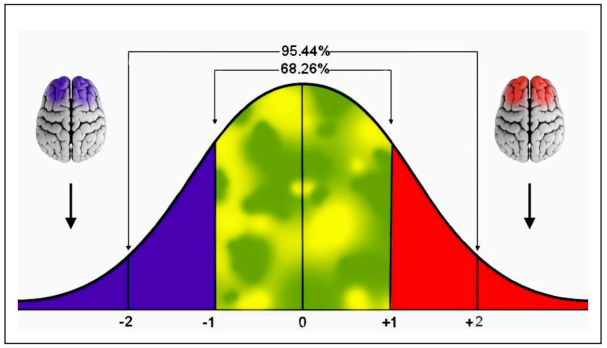
Thèta	inhiberen
Alfa	inhiberen
Bèta	stimuleren
High bèta	inhiberen

1. Laag van alertheid / stationair draaien:
- Thèta inhiberen
- High bèta inhiberen

2. Laag van selectieve aandacht (thèta/bèta-ratio)
Onderactivatie inhiberen en/of bèta stimuleren

In principe inhiberen we altijd eerst de ongewenste toestand. Daarna kun je het brein verder verbeteren door de bèta te stimuleren.

We trainen de golven op het voorhoofd met twee elektrodes. Normaal gesproken train je links en rechts dezelfde hersengolf op het voorhoofd. In uitzonderlijke gevallen zoals bij een angststoornis of depressie zie je een asymmetrisch beeld in het EEG. Eén kant heeft dan een veel grotere verstoring. Dan train je alleen die kant naar beneden. Bij depressie train je bijvoorbeeld de alfagolven aan de linkerkant naar beneden, bij een angststoornis inhiberen we de high bètagolven rechts. Asymmetrische trainingsprotocollen worden niet beschreven in dit boek, maar wel behandeld in onze opleiding.



Alle neurofeedbackprotocollen op de laag van alertheid zijn gericht op het stationair laten draaien van het brein. Vervolgens kun je het brein verder verbeteren op de laag van de selectieve aandacht.

Een hoge trainingsfrequentie zorgt net als bij topsporters, voor snel en langdurig resultaat. We trainen minimaal drie keer per week.

Hiervoor maken we gebruik van de thèta/bèta-ratio in het dashboard. De selectieve aandacht kun je verhogen door de thèta te inhiberen en/of de bèta te stimuleren. De bèta-golven zijn de enige golven die je omhoog kunt trainen binnen de standaard protocollen in het dashboard.



Trainingsfrequentie

Het trainingsdoel is bepaald. We willen uiteraard het beoogde trainingsresultaat zo snel mogelijk bereiken. Hierbij is de trainingsfrequentie belangrijk. Het trainingseffect van de neurofeedback neemt namelijk iets af tussen de sessies. Wekelijks trainen heeft geen zin. De volgende training moet starten voordat het effect terug bij af is (zie afbeelding) net als bij sporttrainingen. Als je op maandag beenkracht traint, dan moet je niet een hele week wachten om de kracht nog een keer te trainen. De trainingen moeten sneller op elkaar volgen, zodat de effecten van de individuele trainingen gestapeld worden. Toen er nog geen thuisapparatuur voor neurofeedback bestond, was het moeilijk om zo'n hoge trainingsfrequentie te krijgen. Maar dankzij de ontwikkeling van thuisapparatuur is drie tot vier keer per week trainen nu mogelijk. Meer keren trainen mag ook, met een maximum van één keer per dag.

Traject, aantal sessies en rondes

Een gemiddeld trainingstraject is rond de 20 tot 40 sessies, afhankelijk van de klacht. Een sessie van een half uur, bestaat uit meerdere trainingsrondes van een aantal minuten met pauzes tussendoor. Tijdens de korte pauzes kun je even verzitten of een slokje limonade nemen. Zo houdt de cliënt het vol om minimaal drie keer per week een half uur te trainen.

Eigenschap of toestand

Vaak zijn klachten door een kortdurende toestand zoals stress na 20 keer trainen sterk verminderd. Een eigenschap heeft meer trainingssessies nodig dan een toestand om te verbeteren. Een genetische aandoening zoals ADHD is een eigenschap. Uit onderzoek blijkt dat na 40 sessies de ADHD-klachten verminderen met langdurig resultaat.

Een toestand of eigenschap bepaalt het aantal trainingen van de neurofeedback:

- Eigenschap (hardnekkig) 40 keer trainen
- (Tijdelijke) toestand 20 keer trainen

Trainingsdoel en traject instellen

Om het trainingsdoel en traject in te stellen in het dashboard verwijzen we trainers naar de gebruikershandleiding van de Brainmarker. Dit document is uitgerust met screenshots. Het valt direct op dat de software zeer gebruikersvriendelijk is en dat de trainer stap voor stap wordt begeleid in het uitvoeren van metingen en neurofeedbackbehandelingen. Dit scheelt veel tijd. Cliënten ontvangen na aanmelding in het dashboard door de trainer een mail. Het persoonlijke trainingsprotocol wordt automatisch geopend op de telefoon of tablet via een knop in de bevestigingsmail. Zij kunnen direct starten met de thuistraining.

Nulmeting voor iedere training

Dankzij de thuistraining met hoge trainingsfrequentie, kun je snel resultaat behalen. Dan moet wel iedere training optimaal benut worden. We hebben gezien dat iedereen slechtere en betere dagen heeft. Gelukkig zorgt de software ervoor dat iedere training, ongeacht de gesteldheid van de cliënt, optimaal benut wordt. Want voor iedere neurofeedbacktraining wordt de hoogte van de te trainen her-

Neurofeedback heeft geen zin als er niet getraind wordt. Jouw persoonlijke trainer monitort op afstand. Dit verhoogt de compliance.

sengolf opnieuw gemeten. Hiervoor wordt automatisch een rustmeting uitgevoerd voordat een nieuwe neurofeedbacksessie begint. Deze nulmeting is erg belangrijk. Want als je bijvoorbeeld slecht geslapen hebt of grieperig bent, heb je meer thèta-golven dan normaal in je brein. De nulmeting berekent de huidige hoogte van de thèta-golven als startpunt voor de neurofeedbacktraining. Als je heel fit bent, start je op een lager thèta-niveau. Zo heb je altijd optimaal effect van de training.

Contact

Brainmarker zorgt voor de juiste tools, de cliënt moet de trainingen thuis inplannen. Als de minimale trainingsfrequentie van drie keer per week niet wordt gehaald, neemt de trainer contact op om te vragen of er hulp of advies nodig is. Andersom kan de cliënt ook gemakkelijk contact opnemen met de trainer via de knop in de app. Voor iedere neurofeedbacktraining ziet de cliënt de foto en contactgegevens van zijn of haar persoonlijke trainer in beeld. Het idee dat iemand meekijkt met de trainingen, wordt als prettig ervaren. Het is ook een stok achter de deur. Dit is fijn, want een gemiddeld traject duurt gemiddeld tussen de 6 en 12 weken. Dit vraagt om compliance van de cliënt.

Blended-care-model

Het gehele trainingstraject vindt thuis plaats met een EEG-band en eigen mobiel of tablet met de Brainmarker app. Alleen de voor- en nameting worden in de praktijk gemaakt. Dit scheelt veel onnodige reistijd. In de medische wereld wordt dit "blended-care" genoemd: een combinatie van therapie in een praktijk en thuis. De data van iedere neurofeedbacktraining wordt automatisch verzonden naar het dashboard van de trainer. Want thuis trainen kan alleen succesvol verlopen als de trainer de data op afstand monitort. Na iedere sessie verschijnt de behandelindex in het dashboard van de trainer. Dit getal geeft aan of de training succesvol was. De behandelindex wordt in de opleiding toegelicht. De cliënt geeft na afloop van iedere training ook persoonlijke feedback. Hoe verliep de training volgens zijn of haar gevoel? Dit wordt aangeven in een vijf-punts-schaal met smileys. Ondanks de afstand,



Een vaste werkwijze zorgt voor kwaliteitsmanagement in de praktijk. Ook de software leidt je door een vast stramien. Helder.

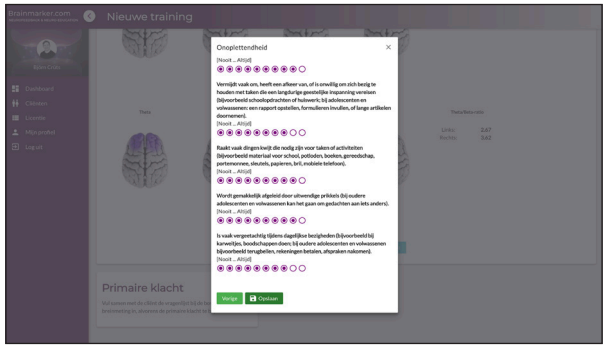
ziet de trainer hoe de cliënt de training ervaart. Dit zorgt voor betrokkenheid over en weer. Want een goede informatie-overdracht is belangrijk bij een blended-care-model. Daarom ontvangt de klant een rapportage van de voormeting, behandelindex en de nameting inclusief vragenlijsten. Dit kost de trainer weinig tijd. Deze rapportage wordt gegenereerd met



één druk op de 'export-knop' in het dashboard. Het pdf-document kan worden gemaild naar de klant. Bij Brainmarker vinden wij het belangrijk dat de cliënt de analyse uitgelegd krijgt. Alleen dan weet je waarom je traint en wat je precies traint. Dit boek is ook een onderdeel van deze kennistransfer richting de cliënt.

Kwaliteitsmanagement

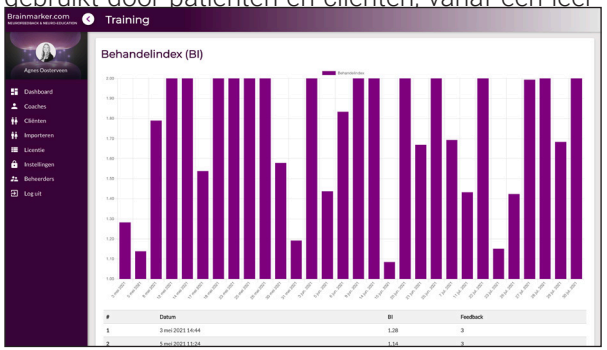
Zoals je hebt gelezen, werken we bij Brainmarker volgens vaste protocollen. Alle standaardisaties dragen bij aan het kwaliteitsmanagement binnen een neurofeedbackpraktijk. Ook de software werkt volgens een vast stramien. Je kunt niet afwijken van bepaalde protocollen. Zo is de meting altijd exact even lang en in dezelfde volgorde en wordt de data altijd op dezelfde manier berekend. Hierdoor kun je trajecten in kaart brengen, vergelijken,



evalueren en bijsturen indien nodig. Dit geldt voor de individuele trajecten, maar ook voor wetenschappelijk onderzoek. Zo kunnen we met de gevalideerde vragenlijsten in het dashboard, de gemiddelde klachtenvermindering na de neurofeedbacktraining, per klacht, in kaart brengen (Bron Brainmarker software):
Concentratieproblemen / onoplettendheid: 54,45%
Externe prikkelverwerking: 25,99%
Moeheid: 56,00%
Stemmingsstoornis: 29,69%
Stress bij volwassenen: 35,89%
Hyperactiviteit en impulsiviteit: 56,33%

Doelgroep

In de gebruikershandleiding staan ook de beoogde doelgroepen omschreven. Neurofeedback wordt gebruikt door patiënten en cliënten, vanaf een leer-



bare leeftijd vanaf vijf jaar tot op hoge leeftijd, die de alertheid en/of aandacht willen verbeteren. Slechts in enkele gevallen mag het hulpmiddel niet gebruikt worden. Dit geldt voor fysieke beperkingen zoals een hoofdwond op de meetlocatie en bij cliënten met deep brain stimulation (DBS) of schedelimplantaat hebben (metaal of ander materiaal). De training is niet of minder effectief bij visuele beperkingen, bij cliënten met verstandelijke beperking of een vergevorderde degeneratieve cognitieve aandoening.

Als een breintoestand ongewenst is, dan zijn gedragsproblemen of klachten vaak moeilijk op te lossen. Start dan met neurofeedback.

Voorwaarden-scheppende-behandeling

Neurofeedback is geschikt voor een brede doelgroep met uiteenlopende klachten. Het is veelal geen opzichzelfstaande behandelmethodiek, maar een voorwaarden-scheppende-behandeling. Dit betekent dat neurofeedback vaak eerst wordt toegepast zodat de hersenen informatie beter verwerken. Daarna kunnen andere therapieën effectiever verlopen, zoals cognitieve en gedragstherapie. Want als een breintoestand ongewenst is, dan zijn gedragsproblemen of klachten vaak moeilijk op te lossen. Bijvoorbeeld een brein met standaard overactivatie, reageert van nature impulsief. Dit komt door het gebrek aan remming. Het brein draait niet stationair. Daarom kun je niet eerst denken en dan doen. Gedragstherapie heeft meer effect als het brein eerst stationair getraind wordt. De cliënt krijgt dan pas het vermogen om na te denken, voordat er gereageerd wordt. Hetzelfde geldt bij ziekte. Bij een persoon met depressie, reageert het brein bijna niet meer op omgevingsprikkels. De hersenen blijven alleen nog maar stationair draaien. Door eerst het brein te activeren met neurofeedback, eventueel in combinatie met medicatie, kan iemand actief deelnemen aan de aangeboden therapie. Ook bij stress, heeft het brein weinig ruimte voor verandering. Een klein overactief gebiedje in de hersenen blijft piekeren en malen over een bepaald onderwerp. Door het brein minder actief te trainen, komt er ruimte voor nieuwe inzichten. Dit geldt voor veel leertrajecten. Zo heeft bijles veel meer effect, als de leerling zich kan concentreren. Want als de leerproblemen zijn ontstaan op het niveau van alertheid en/of selectieve aandacht, dan is het onthouden van informatie zeer moeilijk. In de hiërarchie van de piramide van cognitieve functies is neurofeedback daarom ook een voorwaarden-scheppende-behandeling. Het kan dienen als basis voor cognitieve gedragstherapie (CBT), ontspanningstechnieken (PMR - Progressive Muscle Relaxation), lichamelijke trainingsinterventies en bij logopedie en leerondersteuning. Daarbij kan de hulpverlener een betere inschatting maken over de duur van het (herstel)proces. Want een EEG-meting onderbouwt de hulpvraag en geeft een indicatie van de belastbaarheid van de cliënt.



Geen bijwerkingen

Neurofeedback is een veelbelovende behandelmethodiek waarbij geen bijwerkingen bekend zijn. Alleen als de meting niet goed wordt uitgevoerd, kan de zorgverlener of trainer geen of een foutieve analyse maken. Het trainingseffect van de neurofeedback blijft dan uit. Dit zal niet veel voorkomen. Want in het kwaliteitsprotocol van de Brainmarker is opgenomen dat de analyse aan de hand van het QEEG moet overeenkomen met de symptomen in de vragenlijst. Als het beeld uit de EEG-meting niet overeenkomt met de primaire klacht, wordt er niet gestart met de training. Tijdens de neurofeedbacktraining kan een niet-valide signaal ook zorgen voor het uitblijven van het trainingsresultaat. Na een aantal trainingen kan de trainer op afstand constateren dat er onvoldoende trainingseffect is. Dit zie je terug in de behandelindex in het dashboard. De trainer kan dan contact opnemen met de cliënt om de oorzaak te achterhalen. Zo voorkomen we eindeloze trajecten zonder resultaat. De maximale impact voor de cliënt staat immers centraal bij Brainmarker.

Hopelijk heb je een beter beeld van de mogelijkheden van neurofeedback als behandelmethodiek. De keuze voor het al dan niet starten met een neurofeedbackbehandeling kan dan beter onderbouwd worden. In dit boek hebben we ons beperkt tot de

Start met neurofeeback in de praktijk, werkomgeving of in de klas. Volg de tweedaagse opleiding Neurofeedback of ga naar een praktijk.

meest voorkomende pathologieën en/of klachten met evidence-based protocollen. Als je verder achterin het boek kijkt, zie je een veel grotere hoeveelheid onderzoeken en wetenschappelijke studies die zijn uitgevoerd op het gebied van neurofeedback.

Oorspronkelijke basis van neurofeedback

Zoals we in het voorwoord hebben vermeld, gaat Brainmarker terug naar de oorspronkelijke basis van neurofeedback. De hulpverlener maakt de analyse aan de hand van een EEG-meting. Door vervolgens zelf het trainingsdoel te bepalen kan de trainer ook uitleggen waarom bepaalde hersengolven worden getraind en welk resultaat de cliënt mag verwachten.

Neurofeedbacktrainer

De zorgverlener die neurofeedback wil inzetten in de praktijk, kan na de opleiding direct starten. Dankzij moderne technieken en snel internet, heb je geen duur apparaat nodig om het EEG-signaal uit te lezen, alleen een Android of IOS tablet en een abonnement op de Brainmarker-software. De cliënt traint thuis met een eigen telefoon of tablet en de Brainmarker app. De EEG-banden zijn los te koop. Voor de kosten verwijzen we graag naar de site.

Neurofeedbackpraktijken

Gecertificeerde neurofeedbacktrainers zijn opgeleid door Brainmarker en werken volgens het kwaliteitsprotocol. Zij gebruiken neurofeedback in combinatie met hun eigen expertise (bijvoorbeeld logopedie, kindertherapie, hoogbegaafdheid, re-integratie enz.) Neem persoonlijk contact op met een trainer in je regio voor meer informatie over neurofeedback, tarieven en overige informatie:
www.brainmarker.com




Opleiding neurofeedback. De eerste
breinmeting maak je bij jezelf.

Opleiding neurofeedback: neuro-educatie en praktijkdagen om te oefenen. Zo ga je goed voorbereid van start.

Opleiding Neurofeedback

Voor coaches, jeugdhulpverleners, loopbaan-coaches, logopedistes, kindertherapeuten, ergotherapeuten, psychologen, enz.

Wil je aan de slag als neurofeedback trainer? Je ontvangt de eerste dag van de opleiding een EEG-band en een inlogcode voor het dashboard van Brainmarker©. Je brengt het geleerde direct in praktijk..We maken EEG-metingen bij elkaar en ervaren hoe neurofeedback werkt. Daarnaast behandelen we de theorie van de neurofeedback, oftewel de neuro-educatie.

Pathologieën en/of klachten die behandeld worden in de opleiding:

- Chronische moeheid
- Langdurige stress
- Drie types ADHD
- Hypergedrag
- Gebrek aan remming
- Onoplettendheid (concentratieproblemen)
- Inhibitieproblemen (externe prikkelverwerking/ HSP)
- ASS (concentratieproblemen en externe prikkelverwerking)

Algemene kennis

Wat meten we met een EEG?
Morfologie EEG-golven
De breintoestanden
Piramide van cognitieve functies
Overzicht neurofeedback protocollen

Anamnese

Wat is de primaire klacht?
Standaard anamnese-vragen
DSM-V vertalen naar klachten (ADHD en ASS)
Invloed medicatie
Vragenlijst met symptomen kiezen

EEG

EEG-band, opzetten, schoonmaken
Protocol, hoe stil zitten enz.
Hersengolven of ruis?
EEG-signaal bewerken met knipfunctie

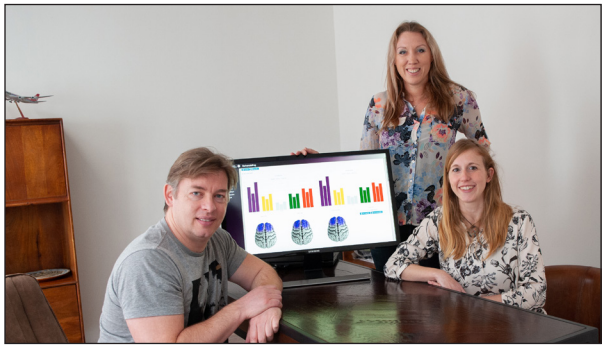
Neurofeedback

Wat is neurofeedback?
Traject van A tot Z.
Nulmeting voor neurofeedbacktraining
Startwaarde neurofeedback
Behandelindex berekenen en beoordelen
Rapportage uitprinten en evaluatierapport
Kwaliteitsmanagement in de praktijk

Neurofeedback & coaching

Na de opleiding kun je de module Neurofeedback & coaching volgen. Zie materiaal.

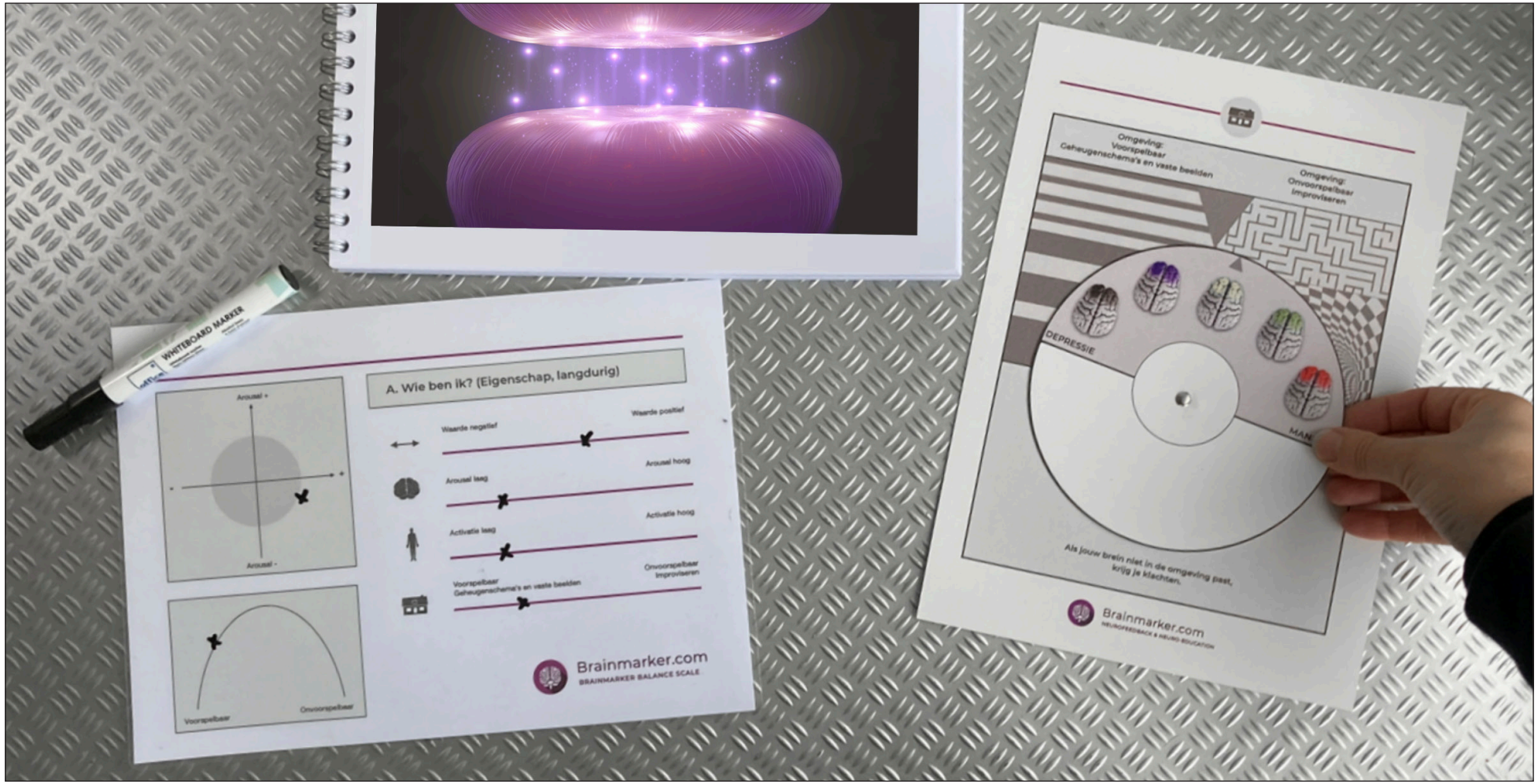
Al het lesmateriaal wordt uitgelegd in beelden en begrijpelijk taalgebruik. Alle lesstof is wetenschappelijk onderbouwd.



Trainers: Björn Crüts, Agnes Oosterveen en Luana Gamerschlag. Het opleidingscentrum is CRKBO-geregistreerd en heeft het NRTO-keurmerk.
Er is geen specifieke vakinhoudelijke voorkennis vereist. Voor de opleiding is MBO+/HBO denkniveau gewenst.

Bekijk voor meer informatie:
www.brainmarker.com

Opleiding neurofeedback, module neurofeedback & coaching.
Analyse-tools: Brainmarker Balance Scale en de omgevingscurve.



Meer weten over de software? Bekijk de gebruikershandleiding van Brainmarker inclusief screenshots. Klik op de afbeelding.

EEG-meting in de app: de totale breinmeting duurt 5 minuten.

Drie EEG-metingen

2 minuten ogen dicht.
2 minuten ogen open, kijk naar één punt, knipperen is toegestaan, we verwijderen artefacten handmatig in het dashboard.
1 minuut een cognitieve taak met de ogen open: hoofdrekenen (niet praten) 700-7-7-7... Vertel de cliënt dat de uitkomst niet belangrijk is. Rekenen moet geen stress veroorzaken.
In de afbeelding hieronder zie je hersenactiviteit in het EEG signaal.

Hersenactiviteit of ruis

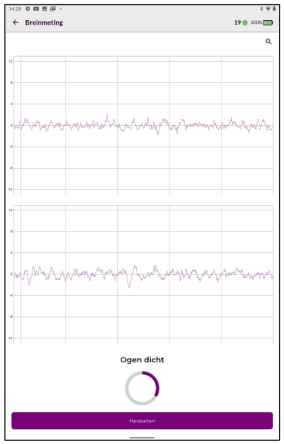
Tijdens de meting wil je hersenactiviteit meten en geen ruis. Je ontkomt niet aan ruis zoals oogknipperingen. Deze hoge pieken kun je later handmatig uit het signaal knippen in het dashboard. Een goed EEG-signaal ligt op de nullijn en varieert van vorm. Vergroot het signaal met het vergrootglaasje in de rechter bovenhoek, om de morfologie (vorm) van het signaal goed te kunnen bekijken.

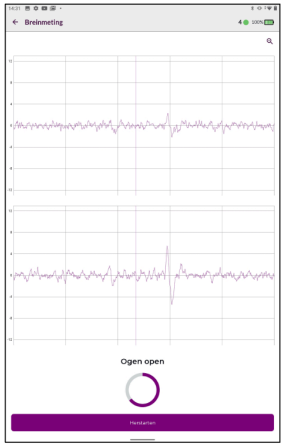
Ruis van apparatuur

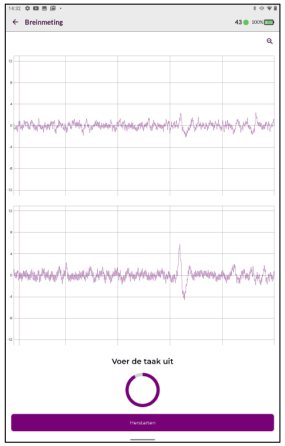
Op onderstaande afbeelding zie je ruis veroorzaakt door een lamp met wifi. Ook een adapter van een laptop stoort op het signaal. Elektronische ruis is altijd gelijkmatig van vorm. Het getal naast de batterij in de rechter bovenhoek geeft ook meer storing aan dan op de tweede afbeelding. Loop eens heen en weer door de ruimte met de EEG-band, om stoorzenders te detecteren.

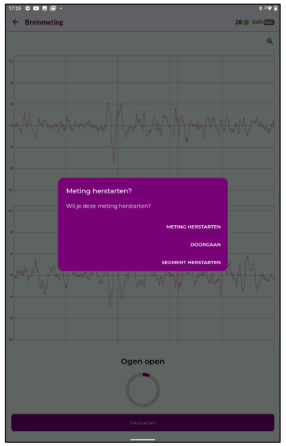
Meting herstarten

Er zijn diverse redenen om de meting te herstarten. De meting kan worden onderbroken door een deurbel of de cliënt beweegt teveel. Denk aan wrijven, bewegen, knarsetanden en/of fronsen. Gebruik de balk onderaan om de meting te herstarten. Je kunt de hele meting herstarten of alleen een segment, bijvoorbeeld de cognitieve taak. De eerste twee metingen blijven dan bewaard.









11

^ terug naar overzicht functionaliteiten

Alle lesstof en protocollen in de Brainmarker zijn gebaseerd op wetenschappelijke studies en reviews. Bekijk de literatuurlijst.

Aftanas, L. I. and S. V. Pavlov (2005). "Trait anxiety impact on posterior activation asymmetries at rest and during evoked negative emotions: EEG investigation." Int J Psychophysiol 55(1): 85-94.

Aftanas, L. I., S. V. Pavlov, et al. (2003). "Trait anxiety impact on the EEG thèta band power changes during appraisal of threatening and pleasant visual stimuli." Int J Psychophysiol 50(3): 205-212.

Allen, J. J., H. L. Urry, et al. (2004). "The stability of resting frontal electroencephalographic asymmetry in depression." Psychophysiology 41(2): 269-280.

Alper, K. R. (1999). "The EEG and cocaine sensitization: a hypothesis." J Neuropsychiatry Clin Neurosci 11(2): 209-221.

Alper, K. R., R. J. Chabot, et al. (1990). "Quantitative EEG correlates of crack cocaine dependence." Psychiatry Res 35(2): 95-105.

Alper, K. R., L. S. Prichep, et al. (1998). "Persistent QEEG abnormality in crack cocaine users at 6 months of drug abstinence." Neuropsychopharmacology 19(1): 1-9.

Andersen, S. B., R. A. Moore, et al. (2009). "Electrophysiological correlates of anxious rumination." Int J Psychophysiol 71(2): 156-169.

Angelakis, E., S. Stathopoulou, et al. (2007). "EEG neurofeedback: a brief overview and an example of peak alfa frequency training for cognitive enhancement in the elderly." Clin Neuropsychol 21(1): 110-129.

Arns, M., S. Peters, et al. (2007). "Different brain activation patterns in dyslexic children: evidence from EEG power and coherence patterns for the double- deficit theory of dyslexia." J Integr Neurosci 6(1): 175-190.

Ayers, M. E. (1999). Assessing and treating open head trauma, coma, and stroke using real-time digital EEG neurofeedback. . Introduction to quantitative EEG and neurofeedback. J. R. Evans and A. Abarbanel: 203-222.

Baehr, E., P. Rosenfeld, et al. (2001). "Clinical use of an alfa asymmetry neurofeedback protocol in the treatment of mood disorders: Follow-up study one to five years post therapy." Journal of Neurotherapy 4(4).

Baehr, E., P. Rosenfeld, et al. (2004). "Premenstrual dysphoric disorder and changes in frontal alfa asymmetry." Int J Psychophysiol 52(2): 159-167.

Ballaban-Gil, K. and R. Tuchman (2000). "Epilepsy and epileptiform EEG: association with autism and language disorders." Ment Retard Dev Disabil Res Rev 6(4): 300-308.

Barnea, A., A. Rassis, et al. (2005). "Effect of neurofeedback on hemispheric word recognition." Brain Cogn 59(3): 314-321.

Barry, R. J., A. R. Clarke, et al. (2003). "A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography." Clin Neurophysiol 114(2): 171-183.

Barry, R. J., A. R. Clarke, et al. (2002). "EEG coherence in attention- deficit/hyperactivity disorder: a comparative study of two DSM-IV types." Clin Neurophysiol 113(4): 579-585.

Batty, M. J., S. Bonnington, et al. (2006). "Relaxation strategies and enhancement of hypnotic susceptibility: EEG neurofeedback, progressive muscle relaxation and self-hypnosis." Brain Res Bull 71(1-3): 83-90.

Bauer, L. O. (2001). "Predicting relapse to alcohol and drug abuse via quantitative electroencephalography." Neuropsychopharmacology 25(3): 332-340.

Becerra, J., T. Fernandez, et al. (2006). "Follow-up study of learning-disabled children treated with neurofeedback or placebo." Clin EEG Neurosci 37(3): 198- 203.

Begic, D., L. Hotujac, et al. (2000). "Quantitative EEG in 'positive' and 'negative' schizophrenia." Acta Psychiatr Scand 101(4): 307-311.

Begic, D., L. Hotujac, et al. (2001). "Electroencephalographic comparison of veterans with combat-related post-traumatic stress disorder and healthy subjects." Int J Psychophysiol 40(2): 167-172.

Bell, I. R., G. E. Schwartz, et al. (1998). "Differential resting quantitative electroencephalographic alfa patterns in women with environmental chemical intolerance, depressives, and normals." Biol Psychiatry 43(5): 376-388.

Bernier, R., G. Dawson, et al. (2007). "EEG mu

rhythm and imitation impairments in individuals with autism spectrum disorder." Brain Cogn 64(3): 228-237.

Billiot, K. M., T. H. Budzynski, et al. (1997). "EEG patterns and chronic fatigue syndrome." Journal of Neurotherapy 2(2): 20-30.

Birbaumer, N., A. Ramos Murguialday, et al. (2009). "Neurofeedback and brain- computer interface clinical applications." Int Rev Neurobiol 86: 107-117.

Bjork, M. and T. Sand (2008). "Quantitative EEG power and asymmetry increase 36 h before a migraine attack." Cephalalgia 28(9): 960-968.

Bjork, M. H., L. J. Stovner, et al. (2009). "The occipital alfa rhythm related to the "migraine cycle" and headache burden: a blinded, controlled longitudinal study." Clin Neurophysiol 120(3): 464-471.

Blackhart, G. C., J. A. Minnix, et al. (2006). "Can EEG asymmetry patterns predict future development of anxiety and depression? A preliminary study." Biol Psychol 72(1): 46-50.

Bounias, M., R. E. Laibow, et al. (2001). "EEG-neurobiofeedback treatment of patients with brain injury: Part 1: Typological classification of clinical syndromes." Journal of Neurotherapy 5(4): 23-44.

Boynton, T. (2001). "Applied research using alfa/thèta training for enhancing creativity and well-being." Journal of Neurotherapy 5(1-2): 5-18.

Bresnahan, S. M. and R. J. Barry (2002). "Specificity of quantitative EEG analysis in adults with attention deficit hyperactivity disorder." Psychiatry Res 112(2): 133-144.

Breteler, M. H., M. Arns, et al. (2010). "Improvements in spelling after QEEG- based neurofeedback in dyslexia: a randomized controlled treatment study." Appl Psychophysiol Biofeedback 35(1): 5-11.

Bruder, G. E., J. P. Sedoruk, et al. (2008). "Electroencephalographic alfa measures predict therapeutic response to a selective serotonin reuptake inhibitor antidepressant: pre- and post-treatment findings." Biol Psychiatry 63(12): 1171-1177.

Bruder, G. E., C. E. Tenke, et al. (2007). "Grandchildren at high and low risk for depression differ in EEG measures of regional brain asymmetry." Biol Psychiatry 62(11): 1317-1323.

Buckelew, S. P., D. E. DeGood, et al. (2009). "Awake EEG disregulation in good compared to poor sleepers." Appl Psychophysiol Biofeedback 34(2): 99-103.

Butnik, S. M. (2005). "Neurofeedback in adolescents and adults with attention deficit hyperactivity disorder." J Clin Psychol 61(5): 621-625.

Carabalona, R., P. Castiglioni, et al. (2009). "Brain-computer interfaces and neurorehabilitation." Stud Health Technol Inform 145: 160-176.

Carmody, D. P., D. C. Radvanski, et al. (2001). "EEG biofeedback training and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in an elementary school setting." Journal of Neurotherapy 4(3).

Chabot, R. J., L. D. Gugino, et al. (1997). "QEEG and neuropsychological profiles of patients after undergoing cardiopulmonary bypass surgical procedures." Clin Electroencephalogr 28(2): 98-105.

Chabot, R. J., H. Merkin, et al. (1996). "Sensitivity and specificity of QEEG in children with attention deficit or specific developmental learning disorders." Clin Electroencephalogr 27(1): 26-34.

Chabot, R. J. and L. H. Sigal (1995). "QEEG and evoked potentials in central nervous system Lyme disease." Clin Electroencephalogr 26(3): 137-145.

Chan, A. S. and W. W. Leung (2006). "Differentiating autistic children with quantitative encephalography: a 3-month longitudinal study." J Child Neurol 21(5): 391-399.

Clarke, A. R., R. J. Barry, et al. (2001). "Age and sex effects in the EEG: differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder." Clin Neurophysiol 112(5): 815-826.

Clarke, A. R., R. J. Barry, et al. (2001). "EEG-defined subtypes of children with attention-deficit/hyperactivity disorder." Clin Neurophysiol 112(11): 2098-2105.

Clarke, A. R., R. J. Barry, et al. (2001). "Excess bèta activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: an atypical electrophysiological group." Psychiatry Res 103(2-3): 205-218.

Clarke, A. R., R. J. Barry, et al. (2002). "EEG analy-

sis of children with attention- deficit/hyperactivity disorder and comorbid reading disabilities." J Learn Disabil 35(3): 276-285.

Clarke, A. R., R. J. Barry, et al. (2002). "EEG differences between good and poor responders to methylphenidate and dexamphetamine in children with attention-deficit/hyperactivity disorder." Clin Neurophysiol 113(2): 194-205.

Clarke, A. R., R. J. Barry, et al. (2003). "Effects of stimulant medications on the EEG of children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Predominantly Inattentive type." Int J Psychophysiol 47(2): 129-137.

Coben, R. and T. E. Myers (2010). "The relative efficacy of connectivity guided and symptom based EEG biofeedback for autistic disorders." Appl Psychophysiol Biofeedback 35(1): 13-23.

Congedo, M., J. F. Lubar, et al. (2004). "Low-resolution electromagnetic tomography neurofeedback." IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng 12(4): 387- 397.

Dawson, G., L. G. Klinger, et al. (1995). "Subgroups of autistic children based on social behavior display distinct patterns of brain activity." J Abnorm Child Psychol 23(5): 569-583.

De Carlo, L., B. Cavaliere, et al. (1999). "EEG evaluation in children and adolescents with chronic headaches." Eur J Pediatr 158(3): 247-248.

Debener, S., A. Beauducel, et al. (2000). "Is resting anterior EEG alfa asymmetry a trait marker for depression? Findings for healthy adults and clinically depressed patients." Neuropsychobiology 41(1): 31-37.

Dempster, T. and D. Vernon (2009). "Identifying indices of learning for alfa neurofeedback training." Appl Psychophysiol Biofeedback 34(4): 309-328.

Deslandes, A., H. Veiga, et al. (2004). "Quantitative electroencephalography (qEEG) to discriminate primary degenerative dementia from major depressive disorder (depression)." Arq Neuropsiquiatr 62(1): 44-50.

Deslandes, A. C., H. de Moraes, et al. (2008). "Electroencephalographic frontal asymmetry and depressive symptoms in the elderly." Biol Psychol 79(3): 317- 322.

Deslandes, A. C., H. Veiga, et al. (2005). "Effects of caffeine on the electrophysiological, cognitive and motor responses of the central nervous system." Braz J Med Biol Res 38(7): 1077-1086.

Dohrmann, K., T. Elbert, et al. (2007). "Tuning the tinnitus percept by modification of synchronous brain activity." Restor Neurol Neurosci 25(3-4): 371-378.

Dohrmann, K., N. Weisz, et al. (2007). "Neurofeedback for treating tinnitus." Prog Brain Res 166: 473-485.

Doppelmayr, M., H. Isiosko, et al. (2007). "An attempt to increase cognitive performance after stroke with neurofeedback." Biofeedback 35(4): 126-130.

Drechsler, R., M. Straub, et al. (2007). "Controlled evaluation of a neurofeedback training of slow cortical potentials in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD)." Behav Brain Funct 3: 35.

Duff, J. (2004). "The usefulness of quantitative EEG (QEEG) and neurotherapy in the assessment and treatment of post-concussion syndrome." Clin EEG Neurosci 35(4): 198-209.

Egner, T. and J. H. Gruzelier (2003). "Ecological validity of neurofeedback: modulation of slow wave EEG enhances musical performance." Neuroreport 14(9): 1221-1224.

Egner, T. and M. B. Sterman (2006). "Neurofeedback treatment of epilepsy: from basic rationale to practical application." Expert Rev Neurother 6(2): 247- 257.

Egner, T., E. Strawson, et al. (2002). "EEG signature and phenomenology of alfa/thèta neurofeedback training versus mock feedback." Appl Psychophysiol Biofeedback 27(4): 261-270.

Egner, T., T. F. Zech, et al. (2004). "The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram." Clin Neurophysiol 115(11): 2452-2460.

Fernandez, T., T. Harmony, et al. (2007). "Changes in EEG current sources induced by neurofeedback in learning disabled children. An exploratory study." Appl Psychophysiol Biofeedback 32(3-4): 169-183.

Fernandez, T., W. Herrera, et al. (2003). "EEG and behavioral changes following neurofeedback

treatment in learning disabled children." Clin Electroencephalogr 34(3): 145-152.

Fleischman, M. J. and S. Othmer (2005). "Case study: Improvements in IQ score and maintenance of gains following EEG biofeedback with mildly developmentally delayed twins." Journal of Neurotherapy 9(4).

Fox, D. J., D. F. Tharp, et al. (2005). "Neurofeedback: an alternative and efficacious treatment for Attention Deficit Hyperactivity Disorder." Appl Psychophysiol Biofeedback 30(4): 365-373.

Friel, P. N. (2007). "EEG biofeedback in the treatment of attention deficit hyperactivity disorder." Altern Med Rev 12(2): 146-151.

Fuchs, T., N. Birbaumer, et al. (2003). "Neurofeedback treatment for attention- deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate." Appl Psychophysiol Biofeedback 28(1): 1-12.

Gruzelier, J. (2000). "Self regulation of electrocortical activity in schizophrenia and schizotypy: a review." Clin Electroencephalogr 31(1): 23-29.

Gruzelier, J., E. Hardman, et al. (1999). "Learned control of slow potential interhemispheric asymmetry in schizophrenia." Int J Psychophysiol 34(3): 341- 348.

Gudmundsson, S., T. P. Runarsson, et al. (2007). "Reliability of quantitative EEG features." Clin Neurophysiol 118(10): 2162-2171.

Hammond, A., J. Walker, et al. (2004). "Standards for the use of quantitative electroencephalography (QEEG) in neurofeedback: A position paper of the International Society for Neuronal Regulation." Journal of Neurotherapy 8(1): 5- 27.

Hammond, D. (2000). "Neurofeedback treatment of depression with the Roshi." Journal of Neurotherapy 4(2).

Hammond, D. C. (2001). "Treatment of chronic fatigue with neurofeedback and self-hypnosis." NeuroRehabilitation 16(4): 295-300.

Hammond, D. C. (2003). "QEEG-guided neurofeedback in the treatment of Obsessive Compulsive Disorder." Journal of Neurotherapy 7(2).

Hammond, D. C. (2005). "Neurofeedback treatment of depression and anxiety." Journal of Adult Development 12(2/3): 131-137.

Hammond, D. C. (2005). "Neurofeedback with anxiety and affective disorders." Child Adolesc Psychiatr Clin N Am 14(1): 105-123, vii.

Hanslmayr, S., P. Sauseng, et al. (2005). "Increasing individual upper alfa power by neurofeedback improves cognitive performance in human subjects." Appl Psychophysiol Biofeedback 30(1): 1-10.

Harrison, D. W., H. A. Demaree, et al. (1998). "QEEG assisted neuropsychological evaluation of autism." Int J Neurosci 93(1-2): 133-140.

Heinrich, H., H. Gevensleben, et al. (2004). "Training of slow cortical potentials in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence for positive behavioral and neurophysiological effects." Biol Psychiatry 55(7): 772-775.

Heinrich, H., H. Gevensleben, et al. (2007). "Annotation: neurofeedback - train your brain to train behaviour." J Child Psychol Psychiatry 48(1): 3-16.

Hinterberger, T., R. Veit, et al. (2003). "Brain areas activated in fMRI during self- regulation of slow cortical potentials (SCPs)." Exp Brain Res 152(1): 113-122.

Huang-Storms, L., D. E. Bodenhamer, et al. (2007). "QEEG-Guided Neurofeedback for Children with Histories of Abuse and Neglect: Neurodevelopmental Rationale and Pilot Study." Journal of Neurotherapy 10(4).

Jacobs, E. H. (2005). "Neurofeedback treatment of two children with learning, attention, mood, social, and developmental deficits." Journal of Neurotherapy 9(4).

James, L. C. and R. A. Folen (1996). "EEG biofeedback as a treatment for chronic fatigue syndrome: a controlled case report." Behav Med 22(2): 77-81.

Jarusiewicz, B. (2002). "Efficacy of neurofeedback for children in the autistic spectrum: A pilot study." Journal of Neurotherapy 6(4).

Jensen, M. P., C. Grierson, et al. (2007). "Neurofeedback treatment for pain associated with complex regional pain syndrome." Journal of Neurotherapy 11(1): 45-53.

Jokic-Begic, N. and D. Begic (2003). "Quantitative electroencephalogram (qEEG) in combat veterans

with post-traumatic stress disorder (PTSD)." Nord J Psychiatry 57(5): 351-355.

Kaiser, D. A. and S. Othmer (2000). "Effect of neurofeedback on variables of attention in a large multi-center trial." Journal of Neurotherapy 4(1).

Karadag, F., N. K. Oguzhanoglu, et al. (2003). "Quantitative EEG analysis in obsessive compulsive disorder." Int J Neurosci 113(6): 833-847.

Kayiran, S., E. Dursun, et al. (2007). "Neurofeedback in fibromyalgia syndrome." Agri 19(3): 47-53.

Keller, I. (2001). "Neurofeedback therapy of attention deficits in patients with Traumatic Brain Injury." Journal of Neurotherapy 5(1/2).

Knott, V. J., D. Bakish, et al. (1996). "Quantitative EEG correlates of panic disorder." Psychiatry Res 68(1): 31-39.

Kondacs, A. and M. Szabo (1999). "Long-term intra-individual variability of the background EEG in normals." Clin Neurophysiol 110(10): 1708-1716.

Kotchoubey, B., V. Blankenhorn, et al. (1997). "Stability of cortical self- regulation in epilepsy patients." Neuroreport 8(8): 1867-1870.

Kotchoubey, B., A. Kubler, et al. (2002). "Can humans perceive their brain states?" Conscious Cogn 11(1): 98-113.

Kotchoubey, B., D. Schneider, et al. (1996). "Self-regulation of slow cortical potentials in epilepsy: a retrial with analysis of influencing factors." Epilepsy Res 25(3): 269-276.

Kotchoubey, B., U. Strehl, et al. (1999). "Negative potential shifts and the prediction of the outcome of neurofeedback therapy in epilepsy." Clin Neurophysiol 110(4): 683-686.

Kotchoubey, B., U. Strehl, et al. (2001). "Modification of slow cortical potentials in patients with refractory epilepsy: a controlled outcome study." Epilepsia 42(3): 406-416.

Kouijzer, M. E. J., J. M. H. de Moor, et al. (2009). "Neurofeedback improves executive functioning in children with autism spectrum disorders." Research in autims spectrum disorders 3(1): 145-162.

Kropp, P., M. Siniatchkin, et al. (2002). "On the pathophysiology of migraine-- links for "empirically based treatment" with neurofeedback." Appl Psychophysiol Biofeedback 27(3): 203-213.

Landers, D. M., S. J. Petruzzello, et al. (1991). "The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers." Med Sci Sports Exerc 23(1): 123-129.

Leins, U., G. Goth, et al. (2007). "Neurofeedback for children with ADHD: a comparison of SCP and Thèta/Bèta protocols." Appl Psychophysiol Biofeedback 32(2): 73-88.

Leon-Carrion, J., J. F. Martin-Rodriguez, et al. (2009). "Delta-alfa ratio correlates with level of recovery after neurorehabilitation in patients with acquired brain injury." Clin Neurophysiol 120(6): 1039-1045.

Levesque, J., M. Beauregard, et al. (2006). "Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention- deficit/hyperactivity disorder: a functional magnetic resonance imaging study." Neurosci Lett 394(3): 216-221.

Lubar, J. F. (1991). "Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorders." Biofeedback Self Regul 16(3): 201-225.

Lubar, J. F. (1998). "Electroencephalographic biofeedback methodology and the management of epilepsy." Integr Physiol Behav Sci 33(2): 176-207.

Lubar, J. F., M. O. Swartwood, et al. (1995). "Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by

changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance." Biofeedback Self Regul 20(1): 83-99.

Martinez, P., H. Bakardjian, et al. (2007). "Fully Online Multicommand Brain- Computer Interface with Visual Neurofeedback Using SSVEP Paradigm." Comput Intell Neurosci: 94561.

Moazami-Goudarzi, M., J. Sarnthein, et al. (2008). "Enhanced frontal low and high frequency power and synchronization in the resting EEG of parkinsonian patients." Neuroimage 41(3): 985-997.

Monderer, R. S., D. M. Harrison, et al. (2002). "Neurofeedback and epilepsy." Epilepsy Behav 3(3): 214-218.

Monjezi, S. and R. R. Lyle (2006). "Neurofeedback treatment of Type I Diabetes Mellitus: Perceptions of quality of life and stabilization of insulin treatment - Two case studies." Journal of Neurotherapy 10(4).

Morita, A., S. Kamei, et al. (2009). "The relationship between slowing EEGs and the progression of Parkinson's disease." J Clin Neurophysiol 26(6): 426-429.

Motomura, E., K. Inui, et al. (2002). "Late-onset depression: can EEG abnormalities help in clinical sub-typing?" J Affect Disord 68(1): 73-79.

Motomura, E., K. Inui, et al. (2003). "Is temporal slow wave on EEG a useful diagnostic tool in vascular depression?" Psychiatry Clin Neurosci 57(6): 610-611.

Nada, P. J. (2009). "Biofeedback application for somatoform disorders and ADHD in childres." International Journal of Medicine and Medical Sciences 1(2): 017-022.

Oathes, D. J., W. J. Ray, et al. (2008). "Worry, generalized anxiety disorder, and emotion: evidence from the EEG gamma band." Biol Psychol 79(2): 165-170.

Oberman, L. M., V. S. Ramachandran, et al. (2008). "Modulation of mu suppression in children with autism spectrum disorders in response to familiar or unfamiliar stimuli: the mirror neuron hypothesis." Neuropsychologia 46(5): 1558-1565.

Orlando, P. C. and R. O. Rivera (2004). "Neurofeedback for elementary students with identified learning problems." Journal of Neurotherapy 8(2).

Passini, F. T., C. G. Watson, et al. (1977). "Alfa wave biofeedback training therapy in alcoholics." J Clin Psychol 33(1): 292-299.

Peniston, E. G. and P. J. Kulkosky (1991). "Alfa-Thèta brainwave neurofeedback therapy for Vietnam veterans with combat-related posttraumatic stress disorder." Medical Psychotherapy: An international journal 4: 47-60.

Peniston, E. G., D. A. Marrinan, et al. (1993). "EEG alfa-thèta brainwave synchronization in Vietnam theater veteran with combat-related posttraumatic stress disorder and alcohol abuse." Medical Psychotherapy: An international journal 6: 37-50.

Philippens, I. H. and R. A. Vanwersch (2010). "Neurofeedback training on sensorimotor rhythm in marmoset monkeys." Neuroreport 21(5): 328-332.

Pineda, J. A. (2008). "Positive Behavioral and Electrophysiological Changes Following Neurofeedback Training in Children with Autism." Research in autims spectrum disorders 2: 557-581.

Prichep, L. S., K. R. Alper, et al. (1996). "Quantitative electroencephalographic characteristics of crack cocaine dependence." Biol Psychiatry 40(10): 986-993.

Pucci, E., G. Cacchio, et al. (1998). "EEG spectral analysis in Alzheimer's disease and different degenerative dementias." Arch Gerontol Geriatr 26(3): 283-297.

Rasey, H. W., J. Lubar, et al. (1996). "EEG biofeedback for the enhancement of attentional processing in normal college students." Journal of Neurotherapy 1(3): 15-21.

Ratcliff-Baird, B. (2001). "ADHD and stuttering: Similar EEG profiles suggest neurotherapy as an adjunct to traditional speech therapies." Journal of Neurotherapy 5(4).

Raymond, J., C. Varney, et al. (2005). "The effects of alfa/thèta neurofeedback on personality and mood." Brain Res Cogn Brain Res 23(2-3): 287-292.

Ros, T., M. J. Moseley, et al. (2009). "Optimizing microsurgical skills with EEG neurofeedback." BMC Neurosci 10: 87.

Rossiter, T. (2004). "The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD: Part I. Review of methodological issues." Appl Psychophysiol Biofeedback 29(2): 95-112.

Rossiter, T. (2004). "The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD: part II. Replication." Appl Psychophysiol Biofeedback 29(4): 233-243.

Rozelle, G. R. and T. H. Budzynski (1995). "Neurotherapy for stroke rehabilitation: a single case study." Biofeedback Self Regul 20(3): 211-228.

Sachs, G., P. Anderer, et al. (2004). "EEG mapping in patients with social phobia." Psychiatry Res 131(3): 237-247.

Saxby, E. and E. G. Peniston (1995). "Alfa-thèta brainwave neurofeedback training: an effective

treatment for male and female alcoholics with depressive symptoms." J Clin Psychol 51(5): 685-693.

Schneider, F., B. Rockstroh, et al. (1992). "Self-regulation of slow cortical potentials in psychiatric patients: schizophrenia." Biofeedback Self Regul 17(4): 277-292.

Schoenberger, N. E., S. C. Shif, et al. (2001). "Flexyx Neurotherapy System in the treatment of traumatic brain injury: an initial evaluation." J Head Trauma Rehabil 16(3): 260-274.

Siniatchkin, M., A. Hierundar, et al. (2000). "Self-regulation of slow cortical potentials in children with migraine: an exploratory study." Appl Psychophysiol Biofeedback 25(1): 13-32.

Siniatchkin, M., P. Kropp, et al. (2000). "Neurofeedback--the significance of reinforcement and the search for an appropriate strategy for the success of self- regulation." Appl Psychophysiol Biofeedback 25(3): 167-175.

Sokhadze, T. M., R. L. Cannon, et al. (2008). "EEG biofeedback as a treatment for substance use disorders: review, rating of efficacy, and recommendations for further research." Appl Psychophysiol Biofeedback 33(1): 1-28.

Sterman, M. B. and T. Egner (2006). "Foundation and practice of neurofeedback for the treatment of epilepsy." Appl Psychophysiol Biofeedback 31(1): 21-35.

Sterman, M. B. and L. Friar (1972). "Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training." Electroencephalogr Clin Neurophysiol 33(1): 89-95.

Sterman, M. B. and D. Lantz (2001). "Changes in lateralized memory performance in subjects with epilepsy following neurofeedback training." Journal of Neurotherapy 5(1/2).

Strehl, U., B. Kotchoubey, et al. (2005). "Predictors of seizure reduction after self-regulation of slow cortical potentials as a treatment of drug-resistant epilepsy." Epilepsy Behav 6(2): 156-166.

Strehl, U., U. Leins, et al. (2006). "Self-regulation of slow cortical potentials: a new treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder." Pediatrics 118(5): e1530-1540.

Surmeli, T. and A. Ertem (2007). "EEG neurofeedback treatment of patients with Down Syndrome." Journal of Neurotherapy 11(1).

Swingle, P. G. (1998). "Neurofeedback treatment of pseudoseizure disorder." Biol Psychiatry 44(11): 1196-1199.

Thompson, L. (2005). "Neurofeedback Intervention for adults with ADHD." Journal of Adult Development 12(2/3): 123-130.

Thompson, L. and M. Thompson (1998). "Neurofeedback combined with training in metacognitive strategies: effectiveness in students with ADD." Appl Psychophysiol Biofeedback 23(4): 243-263.
Thompson, M. and L. Thompson (2002). "Biofeedback for movement disorders (Dystonia with Parkinson's Disease): Theory and preliminary results." Journal of Neurotherapy 6(4).

Thompson, M. and L. Thompson (2006). "Improving attention in adults and children: Differing electroencephalography profiles and implications for training." Biofeedback 34(3): 99-105.

Tinius, T. P. and K. A. Tinius (2000). "Changes after EEG Biofeedback and cognitive retraining in adults with Mild Traumatic Brain injury and Attention Deficit Hyperactivity Disorder." Journal of Neurotherapy 4(I2).

Tomioka, R. and K. R. Muller (2010). "A regularized discriminative framework for EEG analysis with application to brain-computer interface." Neuroimage 49(1): 415-432.

Trudeau, D. L. (2005). "Applicability of brain wave biofeedback to substance use disorder in adolescents." Child Adolesc Psychiatr Clin N Am 14(1): 125-136, vii.

Vernon, D., T. Egner, et al. (2003). "The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance." Int J Psychophysiol 47(1): 75- 85.

Walker, J. E. and G. P. Kozlowski (2005). "Neurofeedback treatment of epilepsy." Child Adolesc Psychiatr Clin N Am 14(1): 163-176, viii.

Walker, J. E. and C. A. Norman (2006). "The neurophysiology of dyslexia: A selective review with implications for neurofeedback remediation and results of treatments in twelve consecutive patients." Journal of Neurotherapy 10(1).

Walker, J. E., C. A. Norman, et al. (2002). “Impact of QEEG-guided coherence training for patients with a mild closed head injury.” Journal of Neurotherapy 6(2).

Weiler, E. W., K. Brill, et al. (2002). “Neurofeedback and quantitative electroencephalography.” Int Tinnitus J 8(2): 87-93.

Weiskopf, N., F. Scharnowski, et al. (2004). “Self-regulation of local brain activity using real-time functional magnetic resonance imaging (fMRI).” J Physiol Paris 98(4-6): 357-373.

Wilson, V. E., E. Peper, et al. (2006). ““The Mind Room” in Italian soccer training: The use of biofeedback and neurofeedback for optimum performance.” Biofeedback 34(3): 79-81.

Wing, K. (2001). “Effect of neurofeedback on motor recovery of a patient with brain injury: a case study and its implications for stroke rehabilitation.” Top Stroke Rehabil 8(3): 45-53.

Yoo, S. S. and F. A. Jolesz (2002). “Functional MRI for neurofeedback: feasibility study on a hand motor task.” Neuroreport 13(11): 1377-1381.



Brainmarker.com

NEUROFEEDBACK & NEURO-EDUCATION